



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

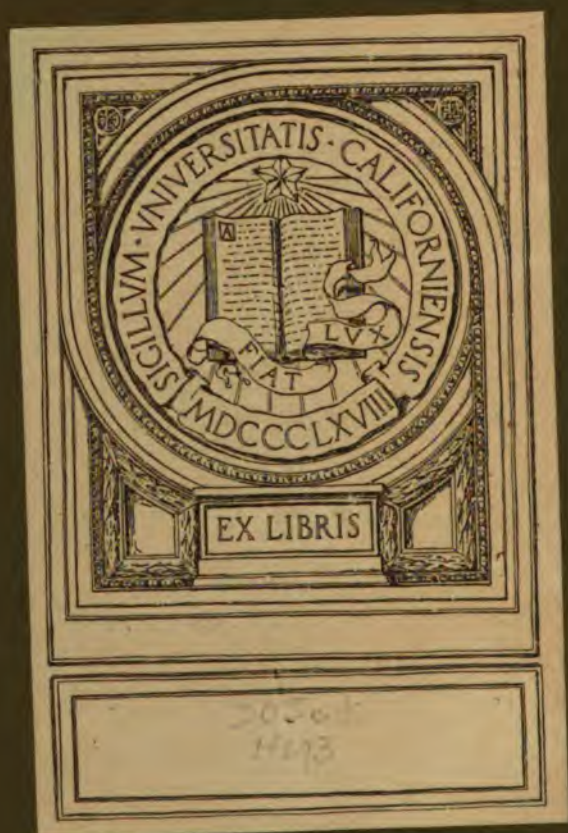
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

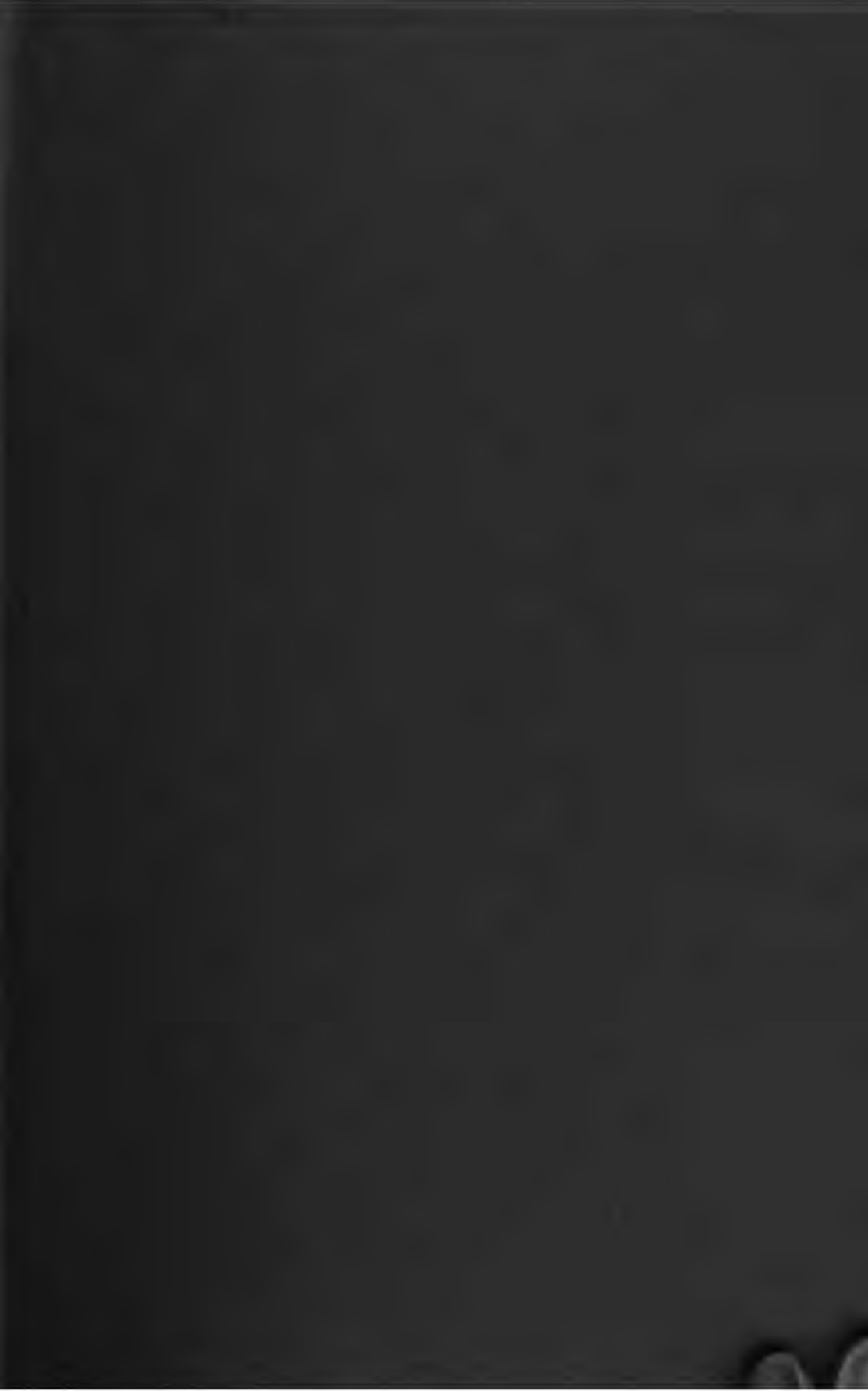
DIDAKTISCHE HANDBÜCHER FÜR DEN REALISTISCHEN
UNTERRICHT AN HÖHEREN SCHULEN
HERAUSGEGEBEN VON A. HÖFLER UND F. POSKE
BAND II

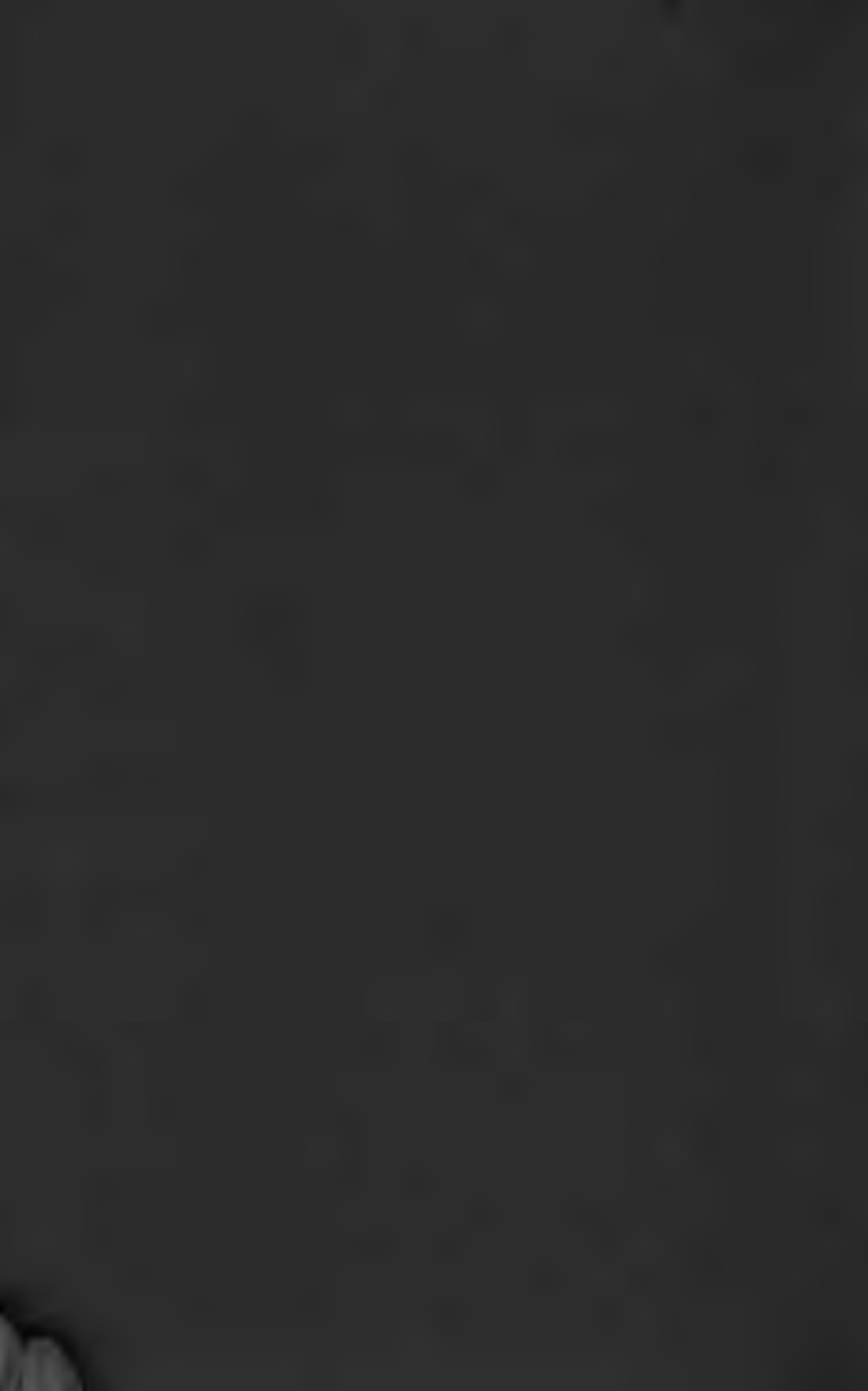
DIDAKTIK DER HIMMELSKUNDE
UND DER
ASTRONOMISCHEN GEOGRAPHIE

VON
ALOIS HÖFLER









Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

DIDAKTISCHE HANDBÜCHER FÜR DEN REALISTISCHEN UNTERRICHT AN HÖHEREN SCHULEN

Herausgegeben von

DR. A. HÖFLER

Professor an der Universität Wien

DR. F. POSKE

Professor am Askanischen Gymnasium zu Berlin

In 10 Bänden. gr. 8. In Leinwand geb.

Die „didaktischen Handbücher“ sollen den praktischen Bedürfnissen des Lehrers entgegenkommen, der durchdrungen ist von der Größe der Aufgaben, die durch einen allseitigen Sachunterricht und nur durch ihn zu lösen sind, der sich aber auch der Schwierigkeiten bewußt ist, die mit diesen Aufgaben verknüpft sind. Zugleich sollen die „didaktischen Handbücher“ der Zersplitterung entgegenwirken, die bei der wachsenden Zahl realistischer Unterrichtsfächer zu fürchten ist, und vielmehr die Einheit dieser Fächer durch möglichst zahlreiche und innige Verknüpfungen zwischen ihnen herzustellen suchen.

Bisher sind erschienen:

I. Band. Didaktik des mathematischen Unterrichts von A. Höfler
in Wien. Mit 2 Tafeln und 147 Figuren. 1910. Geb. M. 12.—

„... Höfler steht wegen seiner erstaunlichen Schaffenskraft und seiner rühmlichen Tätigkeit zweifellos in erster Reihe derjenigen, denen wir die Belehrung und den Aufschwung des realistischen Unterrichtes in den letzten Jahrzehnten zu verdanken haben. ... Von einem Werke aus der Hand dieses Mannes wird man etwas Besonderes erwarten können, und in der Tat trägt es, wie wenige andere, einen persönlichen Zug. ... Er hat aber ein Werk geschaffen, für das ihm alle Mathematiklehrer außerordentlich dankbar sein müssen. Wenn die übrigen Bände dem ersten gleichen, wird das großartig angelegte Werk nach seiner Vollendung als das beste, auf moderner Grundlage beruhende Handbuch für den realistischen Unterricht gelten dürfen. ...“
(Zeitschrift f. d. Realchulwesen.)

II. Band. Didaktik der Himmelskunde und der astronomischen Geographie. Mit Beiträgen von W. Foerster, Berlin; K. Haas, Wien; M. Koppe, Berlin; S. Oppenheim, Wien; A. Schülke, Tilsit. Verfaßt von A. Höfler in Wien. Mit 2 Taf. u. 80 Fig. 1913. Geb. M. 12.—

Allgemein wird die Schwierigkeit und zugleich der Mißerfolg des herkömmlichen Unterrichts der „mathematischen Geographie“ beklagt. Diese hatte von ganz unreifen Schülern der untersten Klassen eine Kenntnis der „wirklichen“ Bewegungen der Erde nach dem kopernikanischen Systeme verlangt und aus ihnen die fälschlich als „scheinbar“ bezeichneten, in Wahrheit aber allein der sinnlichen Anschauung zugänglichen Bewegungen der Sonne am Tageshimmel, sowie die Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse der ganzen Erdoberfläche, deduzieren zu müssen geglaubt, ehe mit den Schülern noch irgend welche Erscheinungen beobachtet und ihre Gesetze induziert sind. In scharfem Gegensatz zu solchen didaktischen Verkehrtheiten schließt sich der Verfasser des vorliegenden Bandes den schon nicht mehr wenigen besonnenen Didaktikern an, die auch für diese Elemente der Geographie die allgemein anerkannten didaktischen Methoden des sonstigen naturwissenschaftlichen Unterrichts gefordert haben.

VII. Band. Didaktik des botanischen Unterrichts von weil. B. Landsberg in Königsberg i. Pr. Mit 19 Figuren. 1910. Geb. M. 8.—

„... Die Fingerzeige des Verfassers, seine Auffassung, den Schulunterricht von der Fachbildung abzuheben und doch die Verbindungen mit den angrenzenden Disziplinen anzustreben und zu sichern, verdienen hervorgehoben zu werden. Das stete Hervorheben, die eine Wissenschaft als Hilfswissenschaft der andern zu benutzen, die er als Verzahnungen anspricht und demgemäß behandelt, erleichtert dem Unterrichtenden die Forderung, sich mehr und mehr an den werdenden, den denkenden Menschen zu wenden, als nur gewissermaßen Einzelheiten zu pauken.“
(Literarisches Zentralblatt.)

In Vorbereitung befinden sich:

III. Band. **Physiologische Geographie.**
IV. „ **Physik** von F. Poske in Berlin.
V. „ **Chemie** v. O. Ohmann i. Pankow.
VI. „ **Mineralogie und Geologie** von R. Watzel in Prag.
VIII. „ **Zoologie u. menschl. Somatologie** v. C. Matzdorff in Pankow.

IX. Band. **Philosophische Propädeutik** von A. Höfler in Wien.
X. „ **Das Verhältnis der realistischen Unterrichtsfächer zu den sogenannten humanistischen** von A. Höfler in Wien.

DIDAKTISCHE HANDBÜCHER
FÜR DEN
REALISTISCHEN UNTERRICHT
AN HÖHEREN SCHULEN

IN ZEHN BÄNDEN

UNTER MITWIRKUNG VON WEILAND PROF. B. LANDSBERG-KÖNIGSBERG
I. PR., PROF. DR. C. MATZDORFF-BERLIN, PROF. O. OHMANN-BERLIN,
PROF. R. WATZEL-PRAG

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ALOIS HÖFLER UND **DR. FRIEDR. POSKE**
O. Ö. PROF. A. D. UNIVERSITÄT WIEN **PROF. AM ASKAN. GYM. IN BERLIN**

ZWEITER BAND
DIDAKTIK DER HIMMELSKUNDE
UND DER
ASTRONOMISCHEN GEOGRAPHIE



LEIPZIG UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER
1913

DIDAKTIK DER HIMMELSKUNDE UND DER ASTRONOMISCHEN GEOGRAPHIE

MIT BEITRÄGEN VON

PROF. W. FOERSTER (BERLIN), PROF. DR. K. HAAS (WIEN),
PROF. M. KOPPE (BERLIN), PROF. DR. S. OPPENHEIM (WIEN),
DIREKTOR PROF. DR. A. SCHÜLKE (TILSIT).

VERFASST VON

DR. ALOIS HÖFLER

O. Ö. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT WIEN

„Inwiefern kann man jetzt noch und jetzt erst recht die Kultivierung der Freude an der Astronomie durch populäre Institutionen als eine besonders wichtige Aufgabe der Erziehung des Menschengeschlechts und der Pflege seiner höheren Kultur betrachten?“
W. Foerster, „Die Freude an der Astronomie.“

MIT ZWEI TAFELN UND 80 FIGUREN IM TEXT



LEIPZIG UND BERLIN
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER
1913

QB61
H6

COPYRIGHT 1913 BY B. G. TEUBNER IN LEIPZIG

ALLE RECHTE, EINSCHLIESSLICH DES ÜBERSETZUNGSRECHTS, VORBEHALTEN



WILHELM FOERSTER

**PROFESSOR DER ASTRONOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN
UND DIREKTOR A. D. DER BERLINER STERNWARTE**

**ALS DEM VERKÜNDER UND PFLEGER DER
„FREUDE AN DER ASTRONOMIE“**

GEWIDMET VOM VERFASSEN

Vorwort.

Dem ersten Band dieser Didaktischen Handbücher des realistischen Unterrichts war es vergönnt, mütig einzugreifen in eine der stärksten und erfolgreichsten Bewegungen, welche die didaktischen Versuche und Bemühungen der letzten Jahrzehnte aufzuweisen haben: in die Reformbewegung des mathematischen Unterrichts, die durch FELIX KLEIN mit ebensoviel Schwung eingeleitet, wie mit Beharrlichkeit dem internationalen Interesse nahegebracht und wacherhalten wurde.

Im Unterschied, ja Gegensatz zur Mathematik, die zu allen Zeiten, auch in den am wenigsten realistisch gesinnten, zum eisernen Bestande jeder Art höherer Schulen gehörte und die in allen sieben oder acht oder neun Jahren dieser Schulen eine feste Zahl von Unterrichtsstunden zur Verfügung hat, ist, wie oft beklagt, seltener eingestanden wurde, die Astronomie ein Stiefkind unseres Unterrichtes. Das zeigt sich schon in den äußeren Lebensbedingungen, nämlich in den für die Astronomie in vielen Lehrplänen oft fast oder ganz fehlenden Lehrstunden; noch viel empfindlicher aber in der inneren Verfassung dieses Unterrichtes und seiner Traditionen, soweit solche überhaupt bestehen. Solchen „Klagen und Anklagen“ wird innerhalb des vorliegenden Bandes allenthalben auf den Grund zu gehen sein.

Schon in diesem Vorwort aber bedarf es eben deshalb einer Rechtfertigung, warum einem Gegenstande, der – wie auch wir glauben, mit Recht – nie beansprucht hat, als ein eigenes, selbständiges Lehrfach in den immer sich erweiternden Reigen der realistischen Fächer an höheren Schulen aufgenommen zu werden, dennoch ein eigener Band innerhalb der Reihe unserer Zehn Bände eingeräumt wurde: Der Rechtsgrund hiefür scheint uns zu liegen in der führenden Rolle, die, wie eine zwar kleine, aber begeisterte Zahl tätiger Freunde des zu reformierenden Unterrichtes der Himmelskunde und astronomischen Geographie hofft, gerade diesem Schulgegenstand zufällt, wenn es ein typisches Beispiel

gilt für den großen, bei weitem noch nicht ausgetragenen Kampf zwischen einem ganz oder halb verbalen Unterricht auch in den sog. naturwissenschaftlichen Fächern und einem echten Wirklichkeitsunterricht. Aus den Bedürfnissen eines solchen ergibt sich dann auch, daß man die Astronomie zweckmäßig nicht einem Fache, z. B. der Geographie oder der Mathematik oder der Physik, als Anhängsel aufbürdet, sondern sie aufteilt unter mehrere der Fächer, die in dieser Sammlung ihre eigenen Bände haben; über welche Aufteilung aber eben darum Vorschläge unter einheitlichem Gesichtspunkte schon in dem vorliegenden Bande zusammenzustellen und zu begründen waren. —

Wieder sei es gestattet, wie im Vorwort des ersten Bandes, der persönlichen Umstände zu gedenken, die mich nun, zehn Jahre nach einer siebenundzwanzigjährigen Lehrtätigkeit an der Mittelschule, bestimmen, noch einmal als Rufer in diesem Kampf für die Reform des astronomischen Unterrichtes (einschließlich des der astronomischen Geographie) mich vernehmen zu lassen. Wie ich im Mathematik-Bande zu erzählen hatte, daß meine, durch FELIX KLEIN „zeitgemäß“ gewordenen Wünsche bis in das erste Jahrzehnt meiner Lehrtätigkeit zurückreichen und in einem Vortrage von 1887 ausgesprochen waren, so habe ich mich auch im vorliegenden Bande wiederholt zu berufen auf einen Vortrag von 1889 (zitiert u. S. 5), in dem ich einerseits die Gründe darlegte, warum nach den damals in Österreich vorgeschriebenen Lehrplänen weder der sog. mathematisch-geographische Lehrstoff der zwei ersten Jahrgänge, noch die Bruchstücke astronomischer Lehren in späteren Jahrgängen die didaktisch richtige Behandlung finden konnten; andererseits habe ich schon damals die sehr bescheidenen positiven Forderungen aufgestellt, durch die unter möglichster Anpassung an die bestehenden Lehrpläne der Geographie sowie der Mathematik und der Physik die Astronomie zu ihrem sachlichen und didaktischen Recht innerhalb unserer Gymnasien gebracht werden könnte. Natürlich waren und sind diese Forderungen unschwer auch auf die anderen Formen höherer Schulen zu übertragen.

Ich habe nun die Freude erlebt, daß ein erster Teil jener Forderungen bei uns in Österreich 1892 für die Unterstufe, dann wenigstens durch einige kleine Gestattungen 1900 auch für die Oberstufe praktische Beachtung — endlich aber in den Lehrplänen von 1908/09 alles Wesentliche in weitgehendem Maße behörd-

liche Genehmigung fand; so daß man nun bei uns in Österreich, was die äußere Verfassung unseres Gegenstandes betrifft, astronomische Geographie und Himmelskunde wenigstens gut unterrichten darf.

Diese sehr allmähliche Wandlung binnen mehr als einem Vierteljahrhundert erlebt zu haben, gereicht dem Verfasser des vorliegenden Bandes begreiflicherweise zur Freude; aber er hätte keinen Anspruch, für ein solches Gefühl auch Teilnahme bei seinen Lesern zu erwarten, wenn nicht doch diese Wandlung der Dinge in einem sonst als unbedeutend geltenden Lehrfach zugleich ein gutes typisches Beispiel wäre, wie langsam, aber dennoch unwiderstehlich, die durch einen Gegenstand und seine Methode geforderten Reformen in Unterrichtssachen sich vollziehen. Hat man dann zufällig das Glück gehabt, einen Anfang von Verwirklichung des längst Geforderten am Ende doch noch zu erleben, so nimmt die Darstellung des Erlebten und Gehofften nur zu leicht einen vorwiegend rückschauenden Zug an: und ein solches Buch ist dann ganz auf das Entgegenkommen des freundlichen Lesers angewiesen, ob dieser aus solchen Berufungen auf jahrelange Erfahrungen doch auch die in ihnen begründeten Hoffnungen auf eine noch bessere Zukunft herauserkennen will.

Mögen also die vom Prinzipiellen bis ins Einzelne gehenden negativen wie positiven Thesen dieses II. ebenso wie die des I. Bandes als Beiträge zur künftigen Organisation des Unterrichtes der Himmels- und der astronomischen Erdkunde auch in anderen Staaten sich als brauchbar bewähren. —

Neben unserm Vortrag von 1889 erinnert an jene alten Erfahrungen und Bestrebungen auch der gleichzeitig mit diesem Band in zweiter Auflage erscheinende Himmelsglobus, auf den die Vorschläge im § 11 für das Bekanntmachen des Schülers mit dem gestirnten Himmel nach einer vielleicht ebenfalls erst jetzt recht „zeitgemäß“ gewordenen Methode, nämlich der der eigenen „Handfertigkeit“ des Schülers, gegründet worden waren. — Sodann auch der Anhang I, der einige astronomische Lesestücke aus WHEWELL, „Geschichte der induktiven Wissenschaften“, bringt: denn dieses auch sonst noch heute unvergessene Buch ist es gewesen, das ganz im Anfang meiner Lehrtätigkeit mir die stärksten Anregungen gegeben hat, bei meinem mathematischen und physikalischen Unterricht das Astronomische nicht in der damals herkömmlichen Weise verkümmern zu lassen. Ganz neu ist dagegen die schöne Zugabe

von W. FOERSTER. — Ferner der Anhang II, in welchem zwei Programme von 1890 und 1897, um die ich öfters angegangen wurde, die aber im Buchhandel nie zugänglich waren (auch privatim nicht mehr zu haben sind) wieder abgedruckt wurden. — Es kam mir eben in diesen rückschauenden Teilen des Buches an auf die möglichst konkrete Vorführung derjenigen Hilfsmittel und Betätigungen, durch die einst mir und — wie ich beobachtet zu haben glaube — auch meinen Schülern der astronomische Unterricht zu einer besonders lieben Aufgabe geworden war.

Da mich aber dann sehr verschiedene, ja heterogene Gegenstände in Anspruch genommen haben, bedurfte ich freundlicher Helfer, die der Astronomie und ihrem Unterricht einen viel größeren Teil ihrer Lebensarbeit zugewendet hatten, als es mir vergönnt gewesen ist. Daß der vorliegende Band auch für neuere und neueste Bemühungen mit ein Zeuge und Vertreter sei, dafür bürgen die Namen der Herren Prof. W. FOERSTER, dem ich zu seinem achtzigsten Geburtstag (10. Dezember 1912) diesen Band widmen zu dürfen glücklich bin; Prof. Dr. K. HAAS (Wien), Prof. M. KOPPE (Berlin), Dr. S. OPPENHEIM (früher Realschulprofessor in Prag, seit der Zeit der Drucklegung dieses Bandes o. ö. Prof. der Astronomie an der Universität Wien) und Prof. Dr. A. SCHOLKE (Direktor des Realgymnasiums in Tilsit).

Überdies habe ich herzlichsten Dank zu sagen für ihre Unterstützung bei der Korrektur und für manchen wertvollen hierbei gespendeten Rat all den genannten Herren, sowie meinem stets hilfsbereiten Kollegen Dr. J. KRAUS (Wien), meinem alten Freunde Schulrat Direktor L. LECHNER (Baden bei Wien), den um einen lebensvollen astronomischen Unterricht an österreichischen Gymnasien besonders verdienten Herren Kollegen Schulrat FR. NABELEK (Kremsier) und A. KIEBEL (Mies); endlich meinen lieben Schülern Dr. J. OBRIST, Dr. J. KRUG (Aussig) und L. STRNISTE (Innsbruck), sowie für die sorgfältige Ausführung vieler Zeichnungen Herrn PERHAUTZ, Assistent für darstellende Geometrie an der Technischen Hochschule (Wien).

Dem Verlag sage ich erneuten Dank für die schöne Ausstattung auch dieses Bandes.

Wien-Bayreuth, Sommer 1912.

Alois Höfler.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort	VII
Einleitung und Erster Teil.	
§ 1. Anmut und Würde des Gegenstandes.	1
§ 2. Klagen und Anklagen	3
§ 3. Himmelskunde und astronomische Geographie im Wirklichkeits- unterricht	13
§ 4. Die Aufteilung des Mittelschulunterrichtes in der Himmelskunde und astronomischen Geographie an den der Geographie, Physik (Unterstufe), Mathematik, Physik (Oberstufe).	22
Zweiter Teil.	
Lehrpläne, Lehrgänge, Lehrproben.	
Erste Stufe: Die astronomische („mathematische“) Geo- graphie der untersten zwei Jahrgänge. (Elftes und zwölftes Lebensjahr.)	
§ 5. Die Sonnenbeobachtungen des ersten Jahrganges als ein Stück Heimatskunde.	33
§ 6. Zweiter Jahrgang: Übertragung des Anschauungsbildes von der Sonnenbahn aus der Heimat in andere Breiten	67
§ 7. Gestalt und Größe der Erde. — Die herkömmlichen „Beweise“ für die Kugelgestalt der Erde. — Die Gradnetze der Erde, des Globus, der Karte.	80
§ 8. Zusammenfassung und Ergänzungen: Zur Abwehr alter und neuer Bedenken gegen die neuen Lehrpläne. — „Mathematische“ oder „astronomische“ Geographie? — Die Überleitung und Ver- zahnung vom geographischen zum physikalischen Unterricht in der Erd- und Himmelskunde.	100
Zweite Stufe: Die astronomische Geographie und Him- melskunde im Physikunterrichte des dritten und vierten Jahrganges. (Dreizehntes und vierzehntes Lebensjahr.)	
§ 9. Dritter Jahrgang: Mond. Fixsternhimmel. Bewegung der Sonne im Tierkreis. — Zur Eingliederung in den übrigen Physikunterricht. .	150
§ 10. Erste Beobachtungen des Mondes	162
§ 11. Erste Orientierung am Fixsternhimmel	173
§ 12. Die jährliche Bewegung der Sonne im Tierkreis	184
§ 13. Die „wirkliche“ Bewegung des Mondes um die Erde. Überleitung von den anschaulich-scheinbaren Raummaßen zu den unanschaulich- astronomischen und von den „scheinbaren“ zu den „wirklichen“ Be- wegungen überhaupt.	191
§ 14. Vierter Jahrgang: Das heliozentrische System des Koppernikus. (Vierzehntes Lebensjahr).	204

**Dritte Stufe: Astronomisches im Mathematikunterricht
des fünften und sechsten Jahrganges. (Fünfzehntes und
sechzehntes Lebensjahr.)**

§ 15. Vorbemerkung über das Mathematische im astronomischen Unterricht	225
§ 16. Arithmetische, planimetrische und stereometrische Aufgaben aus Astronomie im (vierten und) fünften Jahrgang.	239
§ 17. Arithmetische und trigonometrische Aufgaben aus Astronomie im sechsten Jahrgang	247

**Vierte Stufe: Die Astronomie im Physikunterrichte des
siebenten und achten (obersten) Jahrganges. (Siebzehntes
und achtzehntes Lebensjahr.)**

§ 18. Das astronomische Weltbild als ein Teil des physikalischen . . .	276
§ 19. Astronomisches in Verbindung mit der Mechanik des vorletzten Jahrganges. (Siebzehntes Lebensjahr).	284
§ 20. Keplers phoronomische Gesetze und Newtons dynamisches Gesetz	304
§ 21. Astronomisches in Verbindung mit der Physik (namentlich der Optik) des obersten Jahrganges. (Achtzehntes Lebensjahr)	331
§ 22. Schlußbetrachtungen. Astronomie fürs Leben	338

Vier Anhänge.

Anhang I. Drei Lesestücke aus WHEWELL, Geschichte der induktiven Wissenschaften. (Mit einer Zugabe von W. FOERSTER) . . .	347
Anhang II. Wiederabdruck zweier Gymnasial-Programme	365
Anhang III. Eine Blütenlese aus approbierten Lehrbüchern der Geo- graphie und der Physik.	387
Anhang IV. Zur Literatur: A. Aus „Himmel und Erde“	396
B. Aus der „Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht“	404



Einleitung und Erster Teil.

§ 1. Anmut und Würde des Gegenstandes.

Wie groß auch die Zahl populärer Darstellungen der Himmelskunde¹⁾ ist, so stimmen sie fast alle darin überein, daß sie beginnen mit Anpreisungen der Schönheit und Erhabenheit des gestirnten Himmels – dann aber alsbald übergehen zu Klagen, wie sehr doch dieser reizvolle Gegenstand nur von wenigen – und namentlich auch von unseren Schulen in wenig angemessener Weise – einer denkenden Betrachtung gewürdigt wird.

Statt alles neuerlichen Lobes der Anmut und Würde unseres Gegenstandes mögen die ebenfalls immer wieder angeführten Worte KANTS²⁾ überall dort Wiederhall wecken, wo ähnliche Gefühle und Gedanken schon angeklungen hatten:

„Zwei Dinge erfüllen das Gemüt mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir.“

1) Da nicht die Himmelskunde selbst, sondern die Didaktik der Himmelskunde an höheren Schulen Gegenstand dieses II. Bandes der „Didakt. Handbücher f. d. realist. Unterr. an höh. Schulen“ ist, so ginge jeder Versuch einer Aufzählung sowohl der wissenschaftlichen wie der populären Darstellungen der Astronomie und der astronomischen Geographie über die Aufgaben dieses Bandes hinaus. Einiges zur teils gegenständlichen, teils didaktischen Literatur am Schlusse des vorliegenden Bandes als Anhang IV. Fürs erste nennen wir nur je ein oder zwei Werke:

Zur Himmelskunde selbst: NEWCOMBS Astronomie für Jedermann. Fischer, Jena 1910. (366 Seiten) [kurz zitiert: NEWCOMB S. . .];

Zur astronomischen (mathematischen) Geographie selbst: EPSTEIN, Geonomie [s. u. S. 133];

Zur geschichtlichen Einführung in die Himmelskunde selbst: OPPENHEIM, Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeiten. (164 Seiten, Aus Natur und Geisteswelt, Teubner 1906) [kurz zitiert: OPPENHEIM S. . .];

Zur Didaktik der Himmelskunde und der astronomischen Geographie: E. GNAU, Astronomie in der Schule. Quelle & Meyer, Leipzig 1907. I. 47 Seiten; II. 1908, 40 Seiten [kurz zitiert GNAU I, II, S. . .]. – Ein III. und IV. Teil stehen in Aussicht.

2) KANT, Kritik der praktischen Vernunft, „Beschluß“ [Berliner Akademie-Ausgabe, Bd. V, S. 161].

Überboten konnte die Erhabenheit solcher Gedanken und Worte des Philosophen nur noch durch den Dichter werden:

„Die Sonne tönt, nach alter Weise,
In Brudersphären Wettgesang,
Und ihre vorgeschriebne Reise
Vollendet sie mit Donnergang.
Ihr Anblick gibt den Engeln Stärke,
Wenn keiner sie ergründen mag;
Die unbegreiflich hohen Werke
Sind herrlich wie am ersten Tag.

Und schnell und unbegreiflich schnelle
Dreht sich umher der Erde Pracht,
Es wechselt Paradieseshelle
Mit tiefer, schauervoller Nacht . . .“

Senkte sich so der Blick vom Himmel zur Erde und vom Äußeren ins Innere und Innerste – er kehrt zuletzt wieder nach außen und oben:

„Der Anblick gibt den Engeln Stärke . . .“

– Wäre dies ein allzukühnes Motto auch für uns Lehrer? Ein guter Lehrer der Himmels- und Erdkunde sucht und findet von Anfang die „Stärke“ seines Bemühens, den Sinn des Kindes, Knaben und Jünglings für die Wunder des Himmels zu wecken und ihn nach diesem auf der Erde zu orientieren, im Aufmuntern zu beständigem „Anblick“ – zur Anschauung der Wirklichkeiten am Himmel und auf Erden. Hat aber ein solcher Lehrer seinen Schülern ein Gut fürs Leben mitgegeben schon in der unverlierbaren Gewohnheit des Aufschauens zu jenen Erscheinungen, auch

„ . . . wenn keiner sie ergründen mag –“

so darf er dann, von der „Erscheinung“ zu den „Gründen“ vordringend, sogar noch das letzte Wort aus dem „Prolog im Himmel“:

„Und was in schwankender Erscheinung schwebt
Befestiget mit dauernden Gedanken!“

auch auf die bescheidenen Ziele seiner abschließenden Belehrungen aus der Himmelskunde deuten. –

Wem aber ein solches Deuten erhabenster Dichtung auf die elementare Didaktik eines Gegenstandes zu hochgegeben dünkt, da dieser, einmal zum Schulgegenstand geworden, ja doch seine Anmut (wenn auch nicht seine „Würde“) notwendig verliere – auch

einem solchen bleibt jener „Prolog“ das Motto nicht schuldig:

„Kommst du nur immer anzuklagen?...“

Warum doch nach jenen ganz allgemein zu vernehmenden Klagen gerade dieser reizvollste Gegenstand so überaus häufig „herzlich schlecht“ behandelt wird? – Vernehmen wir, ehe wir richten und raten, vor allem einige jener Anklagen mehr im einzelnen.

§ 2. Klagen und Anklagen.¹⁾

Die Klagen, daß es mit dem Unterrichte der sog. „mathematischen“ Geographie und weiterhin mit dem der Astronomie in unseren Mittelschulen („höheren Schulen“) nicht so bestellt sei, wie man es sich vom Standpunkte der Schule und des einzelnen Wißbegierigen wünschen müßte, erstrecken sich vom Allgemeinen, Grundsätzlichen bis herunter ins einzelnte; und sie erstrecken sich von langher bis auf unsere Tage. Unabhängig von jeder Rücksicht auf Schulwissen und Schulbetrieb sind die Äußerungen des Unbefriedigtseins, mit denen die an den einigermaßen Sternkundigen nicht selten herantretenden Bitten um Aufklärung über

1) Tadelnde Äußerungen verschiedener Schulmänner waren überdies noch anzuführen S. 30, 32, 33, 34, 43, 55, 86, 90, 102, 105, 106, 144, 164, 184, 193, 221, 286, 312–320, 346 u. a.

Auch die als „Anhang III“ (S. 387–395) mitgeteilte „Blütenlese“ aus behördlich approbierten Lehrbüchern enthält Belege zu den „Anklagen“.

Viel folgenschwerer aber als solche Einzelfehler sind die Organisationsfehler des ganzen Gegenstandes im bisherigen Betrieb. Ganz allgemein sagt GNAU I S. 3 an der Spitze der „Einleitung“: „Über Astronomie in der Schule ist nicht allzu viel geschrieben worden.“ Zum Unterschied von Biologie, Geologie, Volkskunde, Kunstpflege, Hygiene, Wirtschaftslehre, Handfertigkeit, Stenographie u. dgl. m. „stehen nur die Astronomen vornehm zurück und lassen die Schule in Ruhe! Hat die Astronomie kein sonderliches Recht an sie, oder ist schon der Lehrplan ihrer völlig gerecht und die Lehrmethode tadellos?“ ... „Im Sinne eines regen astronomisch-geographischen Interesses“ sucht GNAU eine Antwort, die „weder gegen den Sinn der geltenden Lehrpläne noch für den Unterrichtsbetrieb eine Überspannung bedeutet. Solche Vorsicht ist auch im Sinne jener von der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte betriebenen Reform des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtes.“

Über das bei Abschluß des vorliegenden Bandes erschienene IMUK-Heft (der Internat. Mathem. Unterrichts-Kommission) von HOFFMANN vgl. u. S. 32.

Unsererseits geben wir Vorschläge zu einer von Grund aus neuen Organisation in allen Teilen dieses II. Bandes der „Did. Handb.“ (ähnlich, wie es im I. Bd. für den mathematischen Unterricht geschehen ist). Wenn wir aber schon in § 4 (S. 22–32) auch einen bestimmten äußeren Rahmen ins Auge fassen und erst im ganzen zweiten (wieder wie im I. Bd. dem hauptsächlichsten, ausgedehnten) Teil die Ausfüllung des Rahmens, so werden hoffentlich selbst die ins einzelne gehenden positiven Vorschläge nirgends die Bewegungsfreiheit und Tatenlust reformfreudiger Lehrer einengen.

die Namen einiger Sternbilder oder eines gerade auffälligen Planeten u. dgl. m. begleitet zu werden pflegen. „Es ist so schwierig, sich da oben auszukennen und es wäre doch so schön.“ Den der gelegentlichen Erfüllung solcher Bitten bald folgenden Äußerungen des Erstaunens darüber, wie schnell und angenehm sich auf dem vermeintlich unzugänglichen Gebiete nun doch eine erste Bekanntschaft mit dem Tatsächlichen schon aus einigen wenigen orientierenden Worten und Fingerzeigen hat gewinnen lassen, pflegen dann um so heftigere Anklagen zu folgen, warum einem denn doch die Schule in diesen Dingen fast alles oder mehr als alles schuldig geblieben sei?! Die Reminiszenzen an die mathematische Geographie der Kinderjahre, an die sphärische Astronomie des Abiturientenjahres, pflegen nämlich fast immer von durchaus negativer Gefühlsbetonung begleitet zu sein: man erinnert sich nur, daß der damals gerade von diesen Stoffen besonders wüst gewesene Kopf sehr bald wieder leer aller Eindrücke und Erinnerungen von ihnen geworden sei und daß man schon diese Entleerung als eine Wohltat empfunden — in reiferen Jahren aber diese künstlich erzeugte Unwissenheit beklagt habe.

Doch wir wollen den bekannten alten Klagen nicht neue oder auch nur neu formulierte hinzufügen, sondern überlassen es dem Leser, ob er die folgenden wenigen Proben solcher alter Klagen als ungerechte Verallgemeinerungen empfinde:

Das Vorwort zur ersten Auflage (1883) von Dr. ADOLF JOS. PICK „Die elementaren Grundlagen der Astronomischen Geographie“ (3. Auflage, Wien 1901, herausg. von Prof. G. PICK, Prag) beginnt mit den Worten:

„Wenn es wahr ist, daß eines der Hauptziele naturwissenschaftlichen Studiums Naturgenuß und Erhöhung des Naturgenusses sein solle — ein Satz, der wohl nicht bezweifelt werden kann —, dann wird man den Erfolg des Unterrichtes in der astronomischen Geographie für sehr problematisch erklären müssen. In der Tat, wer von denen, die sich nicht aus eigenem Antriebe mit diesem Gegenstande beschäftigen, denkt beim Anblick des nächtlichen Himmels an das, was er leider nicht von diesem selbst, sondern aus Büchern herausgelesen? Es ist aber auch schwer möglich, daß es anders sei. Nur mühsam muß der Lernende aus den ihm dogmatisch vorgetragenen, allerdings an sich richtigen Tatsachen über Gestaltungen und Bewegungen im Weltraume die scheinbaren Vorgänge konstruieren; das, was er durch Anschauung kennen lernen sollte, muß er erschließen. So darf es nicht wundernehmen, wenn selbst Hörer an Hochschulen, welche aus einer auf die Tafel gezeichneten Figur die Keplerschen Gesetze lückenlos abzuleiten vermögen, häufig von den Vorgängen am Himmel keine Ahnung haben,

wenn sie in Verlegenheit geraten selbst bei so einfachen Fragen, wie die, wo der Mond als Vollmond im Sommer, wo im Winter kulminierte, u. dgl., kurz, wenn sie in der freien Natur Fremdlinge bleiben.

Ja noch mehr! Selbst Leute von sonst nicht geringem Bildungsgrade sind sich über die Ziele des astronomisch-geographischen Unterrichts ganz unklar. In einem Gespräche mit einem vielseitig gebildeten Philologen und geachteten Schulmanne hob ich hervor, daß dem Lernenden die gesamte Geographie als eine *'fable convenue'* erscheinen müsse, solange der Begriff Länge und Breite nicht richtig erfaßt sei. Ich erhielt zur Antwort, daß dies nicht schwer sei, selbst kleinen Kindern begreiflich zu machen. 'Ich brauche doch nur dem Kinde zu sagen: denke dir an jener Wand Linien in gleichen Abständen von rechts nach links und ebenso von oben nach abwärts gezogen, so kannst du abzählen, in der wievielten horizontalen und in der wievielten vertikalen Linie ein Punkt liegt und so seine Lage durch den Durchschnittspunkt bestimmen.' Es bedurfte einer längeren Auseinandersetzung von meiner Seite, klar zu machen, daß die Frage die sei, woher man wisse, daß beispielsweise durch Wien gerade der 48. Parallelkreis und der 34. Meridian gehe. Und doch gilt seit lange der Satz unbestritten: 'Die mathematische Geographie ist der Torweg der Geographie' (KÖHNER)! — Freilich fragen leider bei der Manier unseres Unterrichtes die Kinder selten oder nie nach solchen Dingen; sie nehmen die Worte für die Sache und halten sich für gebildet, wenn — nun wenn sich ihnen da, wo die Anschauung fehlt, das Wort einstellt. So oft erinnert man sich bei keinem Unterrichte als bei dem in der astronomischen Geographie der Worte LICHTENBERG: 'Wenn ich nur wüßte, wie es zu machen, daß die Schüler alles ihnen Unfaßbare nicht fassen'; ich möchte sagen, wenn ihnen alles nur scheinbar Verständliche völlig unverständlich bliebe."

In dem Vortrage „Die Astronomie und die astronomische Geographie an unseren Gymnasien“¹⁾ wurden solche Klagen und Fragen nach dem Stande von 1889 erhoben. Was von ihnen ist 1912 schon gegenstandslos geworden? Wieviel von ihnen enthält noch heute eine Mahnung zum Bessermachen? — Es seien also noch einige Stellen aus jenem Vortrag hier wiedergegeben:

„Kommt z. B. in einer Gesellschaft 'allgemein Gebildeter' einmal die Rede auf die Bewegung der Erde um ihre Achse und um die Sonne, so würde derjenige einfach ausgelacht, der etwa erklären wollte, er glaube an diese Bewegung nicht. Fragt man aber die Lacher, binnen

1) Gehalten von A. HÖFLER am 23. März 1889 im Wiener Verein „Mittelschule“ — abgedruckt in der Zeitschrift „Mittelschule“, III. Jahrg. (1889) S. 196–236 [Wien, Hölder; niemals im Sonderdruck erschienen]. — Da der Vortrag alle Ansatzpunkte zu derjenigen Reform enthält, der auch der vorliegende Band dienen will, wird er öfters kurz zu zitieren sein als V. 1889.

welcher Zeit die Bewegung um die Sonne, binnen welcher Zeit die Bewegung um die Achse erfolge, so wird vielleicht schon der eine oder andere finden, daß das ein Detail sei, welches außer den Bereich der 'allgemeinen Bildung' gehöre. Aber gesetzt, es erinnerten sich noch alle genau, in der Schule, und zwar vom zehnten, vielleicht schon vom siebenten Lebensjahre angefangen, gelernt zu haben, daß die Achsendrehung einen Tag, der Umlauf um die Sonne ein Jahr Zeit brauche, so würde doch wahrscheinlich die Frage: einen Sonnen- oder Stern- tag? — als höchstens für einen Astronomen von Fach und etwa noch einen besonderen Liebhaber interessant abgelehnt werden (— die andere Frage: — siderisches oder tropisches Jahr? — wollen wir lieber gar nicht aufwerfen).

Man erinnert sich zwar, einmal aus dem Buch gelernt zu haben, daß ein Sterntag vier Minuten kürzer dauert als das, was die Taschenuhr als 24 Stunden zeigt — ahnt auch vielleicht, es müsse mit dieser Sonderbarkeit die andere in irgendeiner Beziehung stehen, daß sich auf den Uhren der Sternwarten¹⁾ der gewöhnliche Mensch nicht auskennt: aber eine Anschauung von der täglichen Rotation des Fixsternhimmels im Sinne Ost (über Süd) gegen West als der dem Begriffe des Sterntages und hiemit der Behauptung von der Achsendrehung der Erde zugrunde liegenden Tatsache wird man schon nur ausnahmsweise antreffen, nämlich offenbar höchstens so oft, als die Kenntnis einiger Sternbilder an verschiedenen Stellen des Himmels; eine Kenntnis, die bekanntlich bereits als Kennzeichen einer besonderen, ausnahmsweisen Liebhaberei für populäre Astronomie angesehen zu werden pflegt.

Wie viele²⁾ unserer seit kurzem oder langem absolvierten Gymnasiasten haben jemals mit eigenen Augen ein bestimmtes Sternbild während eines Abendes und dann wieder in den nämlichen Abendstunden im

1) In Wien kursierte um jene Zeit (1889) die — hoffentlich nur boshafte — Geschichte: Ein sehr hoher Herr habe bei der offiziellen Besichtigung der damals neuen Sternwarte nach einem Blick auf das Zifferblatt der Normaluhr ausgerufen: „Diese Uhr geht nicht richtig.“ Auf die Erwiderung: „Exzellenz, es ist Sternzeit“ erfolgte die rügende Antwort: „Ach was, Sternzeit oder nicht, eine Sternwarte muß eine richtig gehende Uhr haben.“

2) Es wäre sehr lehrreich, obige (und zahlreiche ähnliche) rhetorische Fragen zu statistischen Feststellungen auszugestalten. Oder würden solche Beiträge zur experimentellen Pädagogik allzu beschämend ausfallen? — Aber noch schlimmer ist's, wenn solche Mängel gar nicht als solche empfunden werden; als Beispiel noch eine „Geschichte“: Bei einer Maturitätsprüfung leitete ich eine Frage um die Mondbewegungen so ein: „Haben Sie schon einmal den Vollmond aufgehen sehen?“ Darauf ein kühles Nein. Als ich mich dann bei der Konferenz über diese Gleichgültigkeit beschwerte, entschuldigte sie der (natürlich alphilologische) Vorsitzende mit den Worten: „Auf solche alltägliche Vorgänge aufmerksam zu machen, ist Sache des Elternhauses.“ Also setzen die ernststen Interessen der Schule wirklich erst bei der lateinischen Orthoepie und den griechischen Akzenten ein?

Verlaufe eines halben oder ganzen Jahres in seiner allmählichen Bewegung von Ost (über Süd) gegen West so oft beobachtet, daß sich ihnen jene tägliche Rotation des Fixsternhimmels und überdies auch die jährliche im gleichen Sinne, d. h. das 366 malige Auf- und Untergehen der Gestirne binnen 365 Sonnentagen, als schlichte, der primitivsten Anschauung jederzeit zugängliche Tatsache ein- für allemal eingeprägt hat ...?

Ohne diese letztere Anschauung ist aber bereits der weitere Satz, daß sich die Sonne im Laufe eines Jahres längs der Ekliptik im Sinne von West(über Süd)gegen Ost¹⁾ bewege, völlig unverständlich. Die Namen 'Widder, Stier, Zwillinge, Krebs usw.' muß man freilich als 'Gebildeter' einmal auswendig gelernt zu haben behaupten können (— desgleichen auch im günstigsten Fall, daß diese Namen sowohl 'Tierzeichen' als 'Sternbilder' bedeuten und daß beide nicht dasselbe seien): aber die Ekliptik am Fixsternhimmel, wenn auch noch so beiläufig, aufzeigen und sich darnach die wechselnden Örter von Mond, Sonne und Planeten auch nur in den größten Zügen jederzeit vergegenwärtigen können — wo, wann hätte man dazu jemals eine Anleitung empfangen? — Wollte man die logischen Vorstellungsinhalte, die unsere Gebildeten mit den Wörtern 'Tierkreis', 'Jahr' usw. verbinden, psychologisch beschreiben, so fände man in der ungeheuren Mehrzahl von Fällen keine anderen als etwa folgende: 'Tierkreis' ist eine mir immer unverständlich gewesene Linie auf Himmels- (auch auf Erd-)Globen und Sternkarten, längs deren allerlei rätselhafte Figuren von Widdern, Stieren, Zwillingen usw. aufgemalt zu sein pflegen, die ich auch im Kalender hundert und hundertmal wiederholt finde, ohne daß ich jemals klug geworden wäre, warum und wozu? — 'Jahr' ist die Zeit, nach welcher man neue Kalender kauft und Neujahrgelder zahlt. — Man müßte natürlich ein sehr doktrinärer Schulmeister sein, wenn man verlangen wollte, daß im letzteren Beispiele statt dieses naheliegenden Begriffsinhaltes der andere gedacht werde solle: 'Zeit, während deren die Sonne den Tierkreis durchläuft.' Aber es bleibt doch ein sonderbarer Eindruck, wenn man sich sagen muß, daß Wörter und Symbole, deren sich das tägliche Leben jeden Augenblick bedient, unter

1) Ein Freund (er möge es mir im Interesse der guten Sache verzeihen, wenn ich ihn hier als Beispiel anführe), der als Lehrer der Mathematik seit Jahren öffentlich wirkt, glaubte mich kürzlich auf einen „Druckfehler“ in HEIS' Beispielsammlung, § 63, Nr. 135a aufmerksam machen zu sollen. Es heißt nämlich da von einer Sonnenfinsternis, daß sich die Scheiben von Sonne und Mond „nach derselben Richtung hin von Westen nach Osten bewegen“. Mein Freund erklärte, er habe sein Lebtag immer nur gehört und gesehen, daß Sonne und Mond im Osten auf-, im Westen untergehen, sich also von Ost nach West bewegen. ... Fast möchte man hinzufügen: Es wäre schon ein großer Fortschritt, wenn wenigstens diese ost-westliche Bewegung schon alle gesehen und nicht nur von ihr gehört hätten! [So im V. 1889.]

Millionen von Fällen kaum einmal mit einem Bewußtsein von denjenigen Tatsachen gebraucht werden, zu deren Bezeichnung sie eingeführt wurden. — Für die Schule vollends aber ist es tief beschämend, wenn sie auf einem Gebiete, das der Anschauung den reichsten und reizvollsten Stoff bieten könnte, das hohlste Wortwissen pflegt.

Ich weiß, daß ich letztere Anklage erst noch zu begründen habe. — Lassen Sie mich dieser Pflicht durch ein Geschichtchen nachkommen, welches ich vor einigen Jahren erlebt habe. Ich hatte einen Privatschüler der Septima (siebzehntes Lebensjahr) aus Mechanik zu prüfen. Ich fragte ihn um die Gesetze der Zentralbewegung, und er wußte ohne Anstoß zu reproduzieren, was unser Lehrbuch (MÖNCH) unter jenem Titel über Planetenbewegungen, Keplersche Gesetze, Anziehung zwischen Planeten und Sonne usf. enthält. Nachdem nun der Examinand etwa eine Viertelstunde alle diese schönen Dinge von den 'Planeten' erzählt hatte, fragte ich ihn: Haben Sie schon einen Planeten gesehen? — Verblüfftes Schweigen. — Ich wiederholte die Frage. Antwort: 'Bitte, die kann man ja gar nicht sehen.'

Ich wage mich der zuversichtlichen Hoffnung hinzugeben, daß das Gelächter, mit welchem wir heute dem armen Burschen seine unsichtbaren Planeten verübeln, in fünfzig Jahren unserer Gymnasialpädagogik gelten wird, welche es gegenwärtig noch ganz in Ordnung zu finden scheint, wenn Jahr für Jahr unsere Gymnasiasten in der vorletzten Klasse wochenlang von Keplerschen Gesetzen und Newtonschem Gravitationsgesetz hören, ohne daß der Lehrer auch nur das Recht¹⁾ hat, sein Urteil über den Erfolg dieses Unterrichtes davon abhängig zu machen, ob der Schüler denn schon einmal 'einen Planeten gesehen' habe und ihn als solchen zu erkennen wisse.“

Damit man aber jene alten Klagen nicht etwa für bloße Lust an der Negation nehme, sondern ihre Berechtigung daran ermesse, ein wie sehr bescheidenes positives Lehrziel als eben nicht erreicht und infolge damals mangelhafter Organisation des ganzen Unterrichtes auch gar nicht zu erreichen beklagt wurde, seien noch folgende Sätze aus V. 1889 schon hier angeführt:

„Hiemit bin ich bei der Bezeichnung desjenigen angelangt, was ich für das 'letzte Lehrziel' des astronomischen Gymnasialunterrichtes halte, was ich als eigentlichen Maßstab, wieviel von dem astronomischen Lehrstoffe wirklicher geistiger Besitz geworden ist, festgehalten wissen möchte. Es ist im Grunde noch viel weniger, als man nach dem Wortlaute des Lehrplanes mit seiner Aufzählung einer ziemlichen Reihe wissenschaftlicher Kunstausrücke erwarten möchte. Näm-

1) Wie diese Rechtlosigkeit ein damaliger Gymnasiallehrer gelegentlich zu fühlen bekam, vgl. unten S. 306, Anm.

lich nicht mehr, als daß jeder absolvierte Gymnasiast Lust und Kraft fühle, den astronomischen Vorgängen am Himmel wenigstens ebensogut zu folgen wie ein Autodidakt der Sternkunde, wie jene Dilettanten, für deren Interesse die alljährlich zahlreich erscheinenden populären Schriften, Sternkarten, periodischen Mitteilungen in Kalendern und Unterhaltungsblättern usw. berechnet sind. Gegenwärtig scheint sich dieses Interesse so ziemlich außer allem Zusammenhange mit dem systematischen Unterrichte der Astronomie an unseren höheren Schulen zu regen und zu entwickeln. Kein Wunder auch: denn wohl jeder solchen autodidaktischen Liebhaberei für Astronomie ist es wesentlich, daß sie ihren Reiz durch unmittelbare Beschäftigung mit den Erscheinungen am gestirnten Himmel selbst gewinnt, und bestünde dies auch in nichts anderem als der Kenntnis einiger Sternbilder und der hierdurch erlangten Fähigkeit, die tägliche und jährliche Umdrehung des Fixsternhimmels und etwa noch den Stand der vier großen Planeten Venus, Mars, Jupiter und Saturn zwischen den Fixsternen Monat für Monat und Jahr für Jahr zu verfolgen. Was dagegen der astronomische Unterricht des Gymnasiums bietet, ist — wenn überhaupt etwas — großenteils papierene Weisheit, aus dem Lehrbuche erworbenes Wissen, ohne Beziehung zu den Beschäftigungen und Interessen des Lebens außer der Schule, des Lebens in der Natur selbst. Oder sind etwa unsere Schulen bereits so organisiert, daß sie es für eine wichtige und obligate Aufgabe halten müssen, sich zu vergewissern, ob die Schüler eine besonders günstige Gelegenheit benützt haben, eine jedem Laien auffallende Erscheinung, wie z. B. das Sichtbarwerden der Venus am Abendhimmel während der letzten Monate des vorigen Jahres, ihre bis zum 18. Februar d. J. immer wachsende Elongation von der Sonne, die Phase des größten Glanzes, welche sie gestern (22. März 1889) erreicht hat usw., mit eigenen Augen wahrzunehmen? Als an den wenigen heiteren Abenden des vorigen Dezember die Venus wie eine kleine Sonne am Westhimmel strahlte, blieben die Leute auf der Ringstraße stehen, gefesselt durch den herrlichen Anblick; als ich selbst bei der vorletzten Konjunktion zwischen Venus und Mond einen Augenblick das glänzende Bild von der Gasse aus betrachtete, wendete sich ein alter Herr mit der Frage um den Namen des schönen Sternes an mich; und wenn man etwa einmal einem Freunde ein Sternbild zeigt, findet sich gewöhnlich der eine oder andere Gratiszuhörer, der in dieser Kunst auch profitieren möchte. Für unsere Gymnasien und Gymnasiasten aber sind derlei Dinge einfach nicht vorhanden, und so muß denn, wer etwa kurz oder lang nach Absolvierung des Gymnasiums auf die himmlischen Erscheinungen selbst zufällig aufmerksam wird, mühsam sich die allererste Orientierung aus Büchern, durch Anfrage bei einem guten Bekannten — nur nicht durch Anknüpfung an das im Gymnasium mit Überdruß Gelernte und daher auch längst wieder Vergessene holen . . .

Was aber in der Schule von astronomischen Dingen berührt wird, werde so vorgebracht, daß es für die Jahre nach dem Gymnasium die eine über den Wert alles Unterrichtes entscheidende Spur hinterläßt: Freude an den Erscheinungen selbst.“ – So viel aus V. 1889. –

Doch halt – übersehen wir hier bei all diesen Klagen über mangelnde oder nicht recht gepflegte Teilnahme am Anblick des gestirnten Himmels nicht kulturhistorische Wandlungen, denen gegenüber die Schule völlig ohnmächtig ist? – Es braucht nicht wiederholt zu werden, um wieviel wir heute an Vertrautheit mit jenen Erscheinungen zurückstehen gegen die Hirten und Schiffer des Altertums. Ganz natürlich: Für diese war der unmittelbare Anblick des Himmels das, was uns die Uhren, die Kalender, der Kompaß, die Land- und Seekarten und unzählige mehr oder minder mittelbare Behelfe zur zeitlichen und räumlichen Orientierung geworden sind. Dies auszuführen ist hier nicht nötig, sei vielmehr als ergiebiges Thema für realistische Schüleraufsätze empfohlen. Lehrreich und zu weiterer Prüfung anregend aber sind folgende Worte des Kulturhistorikers JAKOB BURCKHARDT¹⁾, der aus der Wende der alten und neuen Zeit über DANTE sagt:

„Jedem Laien muß die Fülle der Betrachtung der äußern Welt auffallen, welche schon aus Dantes Bildern und Vergleichen spricht. Mehr als wohl irgendein neuerer Dichter entnimmt er sie der Wirklichkeit, sei es Natur oder Menschenleben, braucht sie auch nie als bloßen Schmuck, sondern um die möglichst adäquate Vorstellung von dem zu erwecken, was er zu sagen hat. Als spezieller Gelehrter tritt er dann vorzüglich in der Astronomie auf, wenngleich nicht zu verkennen ist, daß manche astronomische Stelle in dem großen Gedichte, die uns jetzt gelehrt erscheint, damals allgemein verständlich gewesen sein muß. Dante appelliert, abgesehen von seiner Gelehrsamkeit, an eine populäre Himmelskunde, welche die damaligen Italiener, schon als Seefahrer, mit den Alten gemein hatten. Diese Kenntnis des Aufgangs und Niederganges der Sternbilder ist für die neuere Welt durch Uhren und Kalender entbehrlich geworden, und mit ihr ging verloren, was sich sonst von astronomischem Interesse im Volke entwickelt hatte. Gegenwärtig fehlt es nicht an Handbüchern und Gymnasialunterricht, und jedes Kind weiß, daß die Erde sich um die Sonne bewegt, was Dante nicht wußte, aber die Teilnahme an der Sache ist der vollkommensten Gleichgültigkeit gewichen mit Ausnahme der Fachleute.“

Es sind namentlich die letzten Worte, die uns hier bedenklich

1) Die Kultur der Renaissance in Italien. 6. Aufl. 1898. II. Bd. II. Kapitel. „Die Naturwissenschaft in Italien“ S. 7–8.

machen. Nochmals: Niemand kann wünschen oder versuchen, die naive Hingabe antiker Naturkinder und auch noch mittelalterlicher Gelehrter heute trotz allem und allem zu allgemeiner Kenntnisnahme und Teilnahme vielleicht doch wieder zu beleben; das wäre so utopisch wie das Aufforsten von Urwäldern, die Einrichtung lateinisch sprechender Provinzen oder was sonst Schulmeistergehirne aushecken konnten. Aber ist denn die von BURCKHARDT behauptete „vollkommenste Gleichgültigkeit“¹⁾ moderner Gebildeter und Ungebildeter für die Vorgänge am Himmel eine wirkliche Tatsache? Die angeführten Proben lassen eine minder pessimistische Deutung zu. Und umgekehrt ist BURCKHARDTS Bewertung des einschlägigen Gymnasialunterrichtes, d. h. als ob die Mittelschule schon alles versucht hätte, um die Reste von Teilnahme richtig zu pflegen, wieder zu optimistisch.

Könnte nicht gerade daraus, daß der bisherige Unterricht in der Mittelschule (und wohl auch in der Volks- wie der Hochschule) noch nicht alles getan hat, um auch unter den sehr viel ungünstigeren modernen Verhältnissen einstige Bildungsgüter nicht schneller, als unabwendbar ist, verkümmern zu lassen, jeder zur Mitarbeit an solcher Renaissance Berufene sich optimistische Hoffnungen holen (wie sie ja allen Renaissancebestrebungen charakteristisch waren und sind), es werde, je mehr bisher versäumt worden war, sich durch eine neue Didaktik um so mehr nachholen lassen? Es seien daher auch noch folgende Worte aus V. 1889 hier wiedergegeben, die von Klagen und Anklagen ausblickten auf die nächsten Aufgaben und die letzten Ziele der Reform als solcher:

„Aber auch jenes über das Gymnasium hinaus sich erstreckende Verständnis und Interesse für die Vorgänge am Himmel, welches wir in einem höheren Sinne als das eigentliche 'Lehrziel' des Gymnasiums in unserem Gegenstande bezeichnet haben, brauchte dann nicht mehr erst während der beiden letzten Schuljahre angebahnt und

1) GNAU (I, S. 14) führt die gegenteiligen Wahrnehmungen eines Lehrers PASCHKE an, „daß die Sternkunde in der Schule einem volkstümlichen Bedürfnis entgegenkommt. Wenn, wie er mitteilt, es im Volke Leute gibt, die wie Jörn Uhl bei FRENSEN und Frau Maleck bei HALBE noch Bescheid wissen am Himmel, wenn anderswo wenigstens das Verlangen besteht nach solcher Kenntnis, dann mag auch die Hoffnung PASCHKES sich erfüllen können, daß hie und da 'altes Volksgut wieder lebendig werde', wenn man das Interesse der Jugend auf den gestirnten Himmel lenkt. Auf dem 15. Geographentage in Danzig erklärte Direktor MARCUSE, daß 'trotz der Schule' das Interesse für Astronomie noch im Volke lebendig sei.“

gepflegt zu werden. Längst mußte sich dem Zögling der Blick für die himmlischen Vorgänge so geschärft haben, es mußte ihm die Erwartung der regelmäßigen Wiederkehr einzelner der auffallendsten Erscheinungsgruppen zu einer immer neue Anregungen bietenden und daher von selbst sich noch immer mehr befestigenden Gewohnheit geworden sein, er mußte selbst gefühlt haben, welche Freuden ein solches Vertrautsein mit der Welt im großen und größten gewährt — so daß der Unterricht in den letzten Jahren solche psychische Dispositionen nicht mehr erst zu erzeugen brauchte, sondern auf sie als vorhanden und auch für das ganze spätere Leben gesichert zählen könnte. Wäre jenes natürliche Interesse, welches nur durch frühzeitige, möglichst unbefangene Beschäftigung mit den Tatsachen selbst im Knaben und Jüngling unbewußt entstehen und seitens des Lehrers planvoll gepflegt werden kann, ein vorwiegend ästhetisches gewesen, so wäre noch wahrlich nichts versäumt, wenn es auch erst jetzt, mit Abschluß des Gymnasiums, eine eigentlich wissenschaftliche Vertiefung erhielte. Wie anders würden die ungeheuren Gedanken eines kopernikanischen Systemes, einer himmlischen Mechanik NEWTONS, als hohe Offenbarungen gefühlt, wenn sie ein lieb-gewonnenes Gebiet von Erscheinungen in dem Lichte ungeahnt hoher, aber nun auch in ihrer ganzen Größe verstandenen Einsichten zeigte. Würde dann auch nur der engbegrenzte Lehrstoff, welchen in weiser Beschränkung auf das Grundlegende der Lehrplan vorschreibt, von den Abiturienten unserer humanistischen Schulen mit einer der Würde des Gegenstandes angemessenen Intensität aufgenommen und verarbeitet, dann — aber auch erst dann wäre es an der Zeit, von einem absolvierten Gymnasiasten ein vertrauterer Verhältnis zu den himmlischen Erscheinungen zu erhoffen, als man es heute an einem kleinen Häuflein von Dilettanten und Autodidakten zu finden gewohnt ist. Heute sind wir so genügsam, daß wir schon den guten Willen eines der „Reife“ zustrebenden Gymnasiasten, es einem Autodidakten der Himmelskunde gleichzutun, für eine ganz ausnahmsweise Erscheinung halten: hinsichtlich des Könnens pflegen unsere Ansprüche sogar noch viel bescheidener zu sein.

Es versteht sich, daß ich, soweit in diesen verallgemeinerten Vorwürfen Ungerechtigkeiten liegen, sofort mit Freuden Abbitte leiste. Wie schon eingangs gesagt, entzieht es sich gänzlich meiner Beurteilung, wie viele einzelne Lehrer der Naturwissenschaften es für ihre Pflicht halten, nach dieser Richtung anregend zu wirken — von mehr als einem hochverehrten Kollegen weiß ich, daß er nicht nur dieser Pflicht mit Begeisterung nachgekommen ist, sondern auch jederzeit den aufrichtigsten Dank seiner Schüler für solche Anregungen geerntet hat. — Das aber darf mit leider ziemlich uneingeschränkter Allgemeinheit behauptet und beklagt werden, daß eine planmäßige Organisation einer derartig innigen Anknüpfung des naturwissenschaftlichen Unterrichtes an die jeweilig in der Natur selbst sich abspielenden

Vorgänge durch unseren gegenwärtig geltenden Lehrplan noch nicht versucht ist — ja daß eine solche lebendige Beziehung zwischen Schule und der Natur selbst überhaupt noch kaum im Geiste unseres gesamten Schullebens liegt.

Gerade das Gebiet der Erscheinungen aber, auf welches ich heute hinweise, ist ein so reizvolles, so erhebendes, daß es nicht zu kühn erscheint, von ihm aus einen wichtigen Schritt nach vorwärts in der bezeichneten Richtung zu erwarten . . .

Von den verschiedensten Seiten her — es seien nicht zuletzt die Kreise der Volks- und Bürgerschule und Lehrerbildungsanstalten genannt — machen sich lebhafte Bestrebungen geltend, den astronomisch-geographischen Unterricht den Anforderungen einer gesunden naturwissenschaftlichen Didaktik gemäß nezugestalten: möchten unsere Gymnasien keinen Schritt hinter der Verwirklichung so schöner, würdiger Ziele zurückbleiben!“

Ehe wir auf die praktische Frage der Organisation in § 4 eingehen, sei zuvor im folgenden § 3 eine zunächst theoretische (ans Erkenntnistheoretische streifende) Frage berührt: die nach den Begriffen astronomische „Wirklichkeit“ im Gegensatz zum „Schein“; wobei wir natürlich unseren Bänden IX und X möglichst wenig an Allgemeinheiten vorwegnehmen, sondern ganz beim astronomischen Sonderfall bleiben.

§ 3. Himmelskunde und astronomische Geographie im Wirklichkeitsunterricht.

Indem wir als die Hauptschuld an argen Mißerfolgen in allem, was mit astronomischem Mittelschulunterricht zusammenhängt, die Scheu vor einer anhaltenden Beschäftigung mit dem „Sinnenschein“ und ein vorzeitiges Drängen auf Bekanntwerden mit dem „wirklichen Sachverhalt“¹⁾ vorläufig aufgedeckt haben, bietet

1) Diese Gegenüberstellung von „Schein“ und „Wirklichkeit“ ladet unmittelbar wieder zu erkenntnistheoretischen, ja metaphysischen Erörterungen ein. Während wir aber solchen „Rest- und Grenzfragen der Didaktik“ zwar im I. Band „Mathematik“ den ganzen dritten Hauptteil (Bd. I, S. 431–507) gewidmet haben, wollen wir uns im vorliegenden II. Band mit möglichst sparsamen Anmerkungen psychologischen, erkenntnistheoretischen, logischen — also „philosophischen“ Inhalts begnügen. Denn wenn sich auch die Mathematik ihrer natürlichen Nachbarschaft zur Philosophie, namentlich zur Erkenntnistheorie und Logik, von jeher bewußt war und sich ihrer gerade in unseren Tagen noch immer mehr bewußt wird, so schienen doch die philosophischen Bedürfnisse der Himmelskunde seit dem Siege der Lehren des KOPERNIKUS und GALILEI für immer befriedigt, also beendet. Oder sollte der allerneueste Relativismus, etwa MACHS, wonach es höchstens „bequemer“, nicht aber objektiv wahrer sei, das Weltgebäude kopernikanisch statt ptolemäisch zu

gerade der astronomische Unterricht (einschließlich des astronomisch-geographischen) eine typische Gelegenheit für allen realistischen Unterricht, sich klare und feste Grundsätze, etwa als Antwort auf folgende Frage zu bilden:

Wie bald oder wie spät darf und muß der Unterricht eines realistischen Faches von den Daten der Sinne fortschreiten zu einer **Deutung** aus nicht direkt Wahrnehmbarem?

In solcher Allgemeinheit paßt die Frage ebenso wie auf die sogen. „scheinbaren“ und „wirklichen“ Bewegungen der Himmelskörper auch z. B. auf den physikalischen Unterricht, wenn dieser im Zweifel ist, ob er die mechanische Wärmehypothese (namentlich die sogen. kinetische Gastheorie) an die Spitze oder an das Ende der Wärmelehre stellen soll; ebenso das Abwägen der Emissions- und Undulationstheorie des Lichtes vor oder hinter die empirischen Gesetze der Reflexion und Brechung usw. Auf letztere Fragen der physikalischen Didaktik ist die Antwort wohl nur mehr wenigen Physiklehrern zweifelhaft: Forscher und Lehrer der Physik sind nachgerade darüber einig, daß Hypothese und Theorie **hinter** die Tatsachen gehören und **nicht vor** ihnen dogmatisch mitgeteilt werden dürfen, weil sie sich ja doch nur aus den Daten selbst ergeben müssen und überhaupt nur soweit Wert haben, als sie sich aus den in sich gewissen Tatsachen als wenigstens wahrscheinlich ergeben haben. Ein Voranstellen der Hypothese und Theorie, wie wir es, dem Himmel sei's geklagt, jahrzehntelang in den verbreitetsten Physikbüchern erlebt hatten, ist innerhalb des Physikunterrichtes nachgerade als ein didaktisch-logisches Verbrechen¹⁾ erkannt. Höchstens wo in den Physikunterricht doch wieder Teile aus der Astronomie hineinragen, kommt die Umkehrung des einzig natürlichen Verhältnisses noch vor; so werden noch immer ab und zu aus dem NEWTONschen Gesetze die KEPLERSchen deduziert, ohne daß angedeutet würde, daß und wie gerade umgekehrt aus den KEPLERSchen Gesetzen das NEWTONsche abgeleitet worden war. Wir haben auf dieses

„beschreiben“ (und überhaupt nicht und nichts mehr zu „erklären“!), die Himmelskunde neuerdings den einander ablösenden Philosophien der „Relativisten“, „Ökonomen“, „Konventionalisten“, „Pragmatisten“ usw. ausliefern? Mit einem bloßen „Da sei Gott vor!“ ist hier nichts getan. Wir werden daher gegen diese neuesten Formen der Skepsis gelegentlich (S. 290 ff.) mit einigen Worten und Gründen Stellung zu nehmen haben.

1) Leider verlangen sogar wieder die neuesten österreichischen Lehrpläne für Physik die „Lichthypothesen“ als allerersten Punkt der ganzen Optik! (Plan für Realgymnasien 1908, S. 31 – für Gymnasien 1909, S. 32 – für Realschulen 1909, S. 35). – Sogar eine (noch dazu im k. k. Schulbucherverlag erschienene) neueste Naturlehre für Bürgerschulen beginnt mit den Licht-hypothesen!

historische wie logisch-didaktische Verhältnis zwischen KEPLER und NEWTON später (S. 304 ff.) zurückzukommen.

Aber nicht etwa erst gegen Ende des astronomischen Mittel-schulunterrichtes drängt sich jene Prinzipienfrage nach dem Verhältnis von sogenanntem „Schein“ und sogenannter „Wirklichkeit“, schärfer von Erscheinung und ihrer gedanklichen Deutung¹⁾, dem Didaktiker auf. Sondern schon vom allerersten Anfang bestimmt sich der Gang des Unterrichts in aller sog. „mathematischen“ Geographie danach, ob es der Lehrer mit seinem wissenschaftlichen Gewissen vereinen kann, sein besseres Wissen um die kopernikanische Theorie von den „wirklichen Bewegungen“ solange für sich zu behalten, bis er den Schüler die „scheinbaren“ Bewegungen am Himmel wirklich sehen und schauen gelehrt hat. Zwar könnte es scheinen, daß wenigstens diese Frage nachgerade ebenfalls einstimmig beantwortet sei zugunsten des Ausgehens von den Wahrnehmungen des Schülers und des Aufsparens der kopernikanischen Theorie auf den Abschluß dieses ganzen Unterrichtes; doch werden uns nur zu viele Mitteilungen aus den Kämpfen, die noch heute um eine solche didaktische Forderung geführt werden müssen (S. 110, 204), eines Schlechteren belehren. So sei denn für jetzt im Interesse einer grundsätzlichen Klärung des Begriffes „wirklich“, soweit dieses Schlagwort und seine wirklichen oder vermeintlichen Gegensätze in jenem Streit Verwirrung angerichtet haben, auf den folgenden Doppelsinn dieses „wirklich“ hingewiesen:

Auch wer durchdrungen ist von der Überzeugung, daß z. B. Sonne und Sterne nicht in der Ostgegend „aufgehen“ und in der Westgegend „untergehen“, sondern daß „in Wirklichkeit“ sich der Westhorizont gleichsam hebt und daher die ihm nahestehenden Gestirne verdeckt, müßte füglich ein recht schlechter psychologischer Selbstbeobachter sein, wenn ihm der Unterschied entginge zwischen den satten Eindrücken von Wirklichkeit beim Anblick eines Sonnenunterganges oder Mondaufganges einerseits und den geometrisch-mechanisch-optischen Gedanken, die er sich über eine im Weltraum freischwebende und von Sonnenstrahlen unter diesen oder jenen Winkeln getroffene Erdkugel macht. Ebenso ist psychologisch handgreiflich und demnach auch

1) Diesen deutschen Wörtern entspricht, wenigstens den griechischen Wörtern nach, die KANTSche Gegenüberstellung von Phänomenon und Noumenon. (Vgl. unten S. 321, Anm.).

didaktisch grundlegend der Unterschied zwischen dem Anblick der am tiefblauen Nachthimmel glitzernden Lichtpünktchen einerseits und andererseits dem Gedanken an Millionen Sonnenbälle bis herunter zu kosmischem Staub, die einen unbegrenzten oder gar unendlichen Weltraum erfüllen.

Es ist eine Lebensfrage alles realistischen Unterrichtes, ob man erkenntnistheoretischen und metaphysischen Doktrinen zuliebe den Anschauungsgegenständen, wie sie uns ein Blick auf die Himmelslichter ebensogut wie auf Berge, Flüsse, Pflanzen und Tiere „gibt“, den Namen von Wirklichkeiten verweigern oder aber ganz unbekümmert um jene Doktrinen ihn belassen will. — Diese Frage aber, wie immer sie auch von verschiedenen Philosophenschulen beantwortet worden ist und wird, kann füglich für unsere Schülerschulen doch nur eine Antwort finden: Mögen diese Schulen, die sich nach ihren obersten Stufen „höhere“ nennen, ihre Schüler schließlich noch so nahe heranzuführen an die uralte Wahrheit und Weisheit, daß „dem Sinnenschein nicht zu trauen“ sei, so müßten sogar zum Erfassen dieser Wahrheit die Schüler den Sinnenschein doch vor allem einmal als solchen erlebt haben. Einen Schüler oberster Jahrgänge mag z. B. etwa die Geschichte der Philosophie gelegentlich der Platolektüre vorübergehend zur skeptischen Ansicht bringen, es sei auch insofern doch nur „der Mensch das Maß der Dinge“, als gerade dem antiskeptischen SOKRATES die Dinge und Vorgänge am Himmel kleinlich erschienen im Vergleiche zu denen im Menscheninnern — was aber dann seinen Schüler PLATON selbst nicht hinderte, sich Vorahnungen des heliozentrischen Systems hinzugeben. Solcher Skepsis über den Unwert oder Wert der Dinge am Himmel im Vergleiche zu denen auf Erden wird dann nichts wirksamer entgegentreten und alles bloße Spekulieren über Welt und Wissen in die Bahnen naturwissenschaftlich wie philosophisch gediegenen Denkens leiten, als gerade die wirkliche Kenntnis der sinnfälligen astronomischen Tatsachen und ihrer Erklärung nach dem Stande unserer Tage auf Grund einer mehrtausendjährigen Entwicklung.

Oder diese philosophischen Leitgedanken in didaktischer Form und Nutzanwendung ganz speziell auf allen astronomischen Unterricht: Zuerst Kennen alles am Himmel Sichtbaren, wenn auch nur in seinen größten Zügen (über das Verhältnis dieser „größten Züge“, die also eigentlich schon wieder nur Fiktionen sind im Vergleich zur deskriptiv-exakten „Wirklichkeit“, unten sogleich

noch einige Bemerkungen). Erst dieses Kennen aus eigener, wenn auch recht kunstloser Erfahrung drängt dann vorwärts zu allem tieferen „Erkennen“. Gerade die „Erscheinung“, treu als solche aufgefaßt und hingenommen, hat noch jederzeit (nicht erst in der Gegenüberstellung zwischen „Erscheinung“ und „Ding an sich“) vorwärtsgetrieben zum Bemerken von Unverträglichkeiten zwischen den einzelnen Teilen und Seiten der „Erscheinungen“; und so warnt das Ganze der „Erscheinungen“ von da ab vor dem allzu naiven Hinnehmen jeder einzelnen Erscheinung als einer letzten Wirklichkeit.

„Erscheinung“ ist z. B. unsere kaum 1 km hohe blaue Himmels-
glocke; aber ihre eigenen Einzelheiten verbunden mit den Erfah-
rungen bei Reisen um nur wenige km vom Heimatsorte weg
drängen ja dazu, diese Erscheinung nur als „Schein“ zu erkennen
(vgl. hierüber S. 78, 195). Es wäre das Ideal eines astronomischen
Unterrichtes, wenn er nie und nirgends, auch nicht in Sachen der
zum trivialsten Gemeingut gewordenen Wahrheiten, das beschei-
denste Stückchen einer früher oder später als „Sinnenschein“
erkannten oder zu erkennenden „himmlischen Erscheinung“, die dem
Kinde oder auch noch dem Jüngling als solche aus eigener Wahr-
nehmung Gegenstand seines Kennens geworden war, ignorieren
und hiedurch auslöschen wollte; sondern wenn er vielmehr ganz
aus dem Mosaik solcher mit vollster sinnlicher Lebendigkeit¹⁾

1) Zufällig bringt, während ich das vor dem Druck wieder lese, ein Tag-
blatt folgendes Geplauder: „Durch die Rosenluft des Morgens ist die Sonne
langsam und stetig, wie eine besonnen wandernde Himmelstraß, auf den
höchsten Punkt der Kuppel gestiegen, und alle Farben außer dem Blau des
Firmaments und dem Weiß der Wolken sind verschwunden. Sie ist keine
feuerflüssige Kugel, um die sich die buntscheckige Erde, dieser arme Harlekin
des Weltalls, dreht; die alten Kalendermacher haben sie ganz richtig gesehen:
ein rundes, lächelndes Gesicht in einer Aureola von blitzendem Goldhaar. Und
während sie auf kurzer Rast unbeweglich zu stehen scheint, wird der höchste
Augenblick ihres täglichen Triumphzuges wie ein Fest gefeiert. Alle Glocken
läuten, und da und dort ertönt der dumpfe Knall des Mittagsignals. In den
Kasernen blasen die Hornisten, und aus den Kaminen steigen hunderttausend
Rauchopfer empor. ... Es gibt Liebhaber der Astronomie, die zu ernst veranlagt
sind, um so harmlose Phantastereien scherzhaft aufzufassen. Trotzdem kann
es nicht verschwiegen werden, daß der schlichte Mann aus dem Volke trotz
aller wissenschaftlichen Beweise mit großer Zähigkeit das Gegenteil glaubt,
da er nach seinen sinnlichen Eindrücken urteilt und stets bereit ist, allzu
eifrige astronomische und überhaupt „höhere“ Belehrungen mit einem jener
geflügelter Worte zu beantworten“ usw. — Hat sich eine Didaktik der Himmels-
kunde zu schämen, wenn sie durch solches Eingehen auf die Anschauungen
und die Phantasien des schlichten Mannes, die sich mit denen des Kindes
decken, den Weg zurückzufinden sucht über die Kluft, die jetzt, z. B. nach

aufgefaßten Einzelwahrnehmungen allmählich das Weltbild des Astronomen mit seinen nun fast überall unanschaulich gewordenen Thesen von Erdweiten, Lichtjahren, Fixsternmassen¹⁾ aufzubauen vermöchte, wiewohl alle diese Größen jede wirkliche Raum- und Zeitanschauung an Größe ebenso sehr übertreffen wie die Maße eines Fixsternes die unserer Erde.

Also für allen realistischen Unterricht: Vom Sinn zum Sinnen – immer erst von der Anschauung zum Denken. Und somit für allen astronomischen und astronomisch-geographischen Unterricht: Nicht nur summarisch erst vom geozentrischen System zum heliozentrischen, sondern auch schon in allen Einzelheiten. Erst von den Anblicken und Schilderungen mannigfaltiger Horizonte zur Erdkugel, später von der Mondscheibe zur Mondkugel, sobald nämlich die Halbellipsen der Schattengrenzen und der relativen Stellungen zwischen Mond und Sonne in bezug auf die Erde eben den Schüler selbst (wie früher die Alten) zum Satze von der Mondkugel hinführen. Und so fort in allen Einzelaufgaben dieses Unterrichtes, wie sie die einzelnen Schulstunden und besser noch freilich einzelne Abendspaziergänge erzeugen.

Es wäre verfrüht, schon an der Spitze dieses Bandes auch nur die Hauptpunkte der Übereinstimmung des astronomischen mit allem übrigen realistischen Unterricht aufzeigen zu wollen; daß, was die naturwissenschaftliche Didaktik ganz allgemein von einem wirklichen Sachunterricht verlangt, auch z. B. vom astronomisch-geographischen Unterricht nicht beiseite gesetzt werden darf, ist ohnedies der Leitgedanke fast der ganzen ersten Hälfte dieses Bandes. Dagegen sei schon hier neben jener Übereinstimmung auch auf einen Unterschied hingewiesen:

Innerhalb fast alles anderen realistischen Unterrichtes kommt dem astronomischen eine Art Ausnahmstellung darin zu, daß, während wir in Physik, Botanik und in immer mehr anderen Einzelfächern experimentieren können, wir gerade in Astro-

den oben (S. 10) angeführten Worten BURCKHARDTS, zwischen den „Gebildeten“ und dem besonnenen und bestirnten Tages- und Nachthimmel sich aufgetan hat? – Als Kontrast zu obiger Sentimentalität aus NESTROYS „Bösen Buben in der Schule“. Lehrer: „Zu was ist die Sonne?“ Schüler: „Die Sonne is für nix.“ Lehrer: „Wieso denn?“ Schüler: „Bei der Nacht scheint's nüt, und bei Tag is' eh' licht.“ – Hiemit dürfte das praktische Verhältnis der Allermeisten zur Sonne nur zu treffend ausgesprochen sein. (Vgl. S. 154 TROELS-LUND.)

1) Vgl. S. 193 den von FOERSTER in Erinnerung gebrachten Spott TIECKs.

nomie fast ganz auf das bloße Beobachten angewiesen sind. Schon hiedurch – während freilich sonst jeder freiwillige oder unfreiwillige Verzicht auf die Experimente als ein Mangel empfunden wird – weist dieser Umstand doch dem astronomischen Unterrichte wieder eine eigentümlich bevorzugte Stellung als recht nachdrücklicher „Wirklichkeitsunterricht“ an. Denn was mahnt uns nachdrücklicher an eine von uns unabhängige Realität, als wenn und wo wir uns ohnmächtig fühlen, sie irgendwie zu beeinflussen? – Die astronomischen Wirklichkeiten teilen diesen paradoxen Vorzug (in dem geradezu aus der Not eine Tugend gemacht ist) mit den meteorologischen. – diesen gegenüber fühlt der Mensch seine Ohnmacht noch stärker, weil sie ihm näher stehen und das Gelüste näher liegt, einmal das Wetter zu ändern als einen Planetenlauf. Aber es ist auch dem Kinde bald dafür der Sinn zu eröffnen und zum Sinnen zu erweitern, um wieviel größer jene astronomischen Dinge sind als selbst die großartigen des Sturmes und des Gewitters – größer, eben schon weil sie noch so unermesslich ferner sind.

Dann aber ragen die astronomischen Wirklichkeiten über die meteorologischen auch noch hinaus durch ein anderes Merkmal, das sie in eigentümlicher Weise dem Denken wieder um so näher bringt, je ferner sie den menschlichen Alltagsbedürfnissen entzückt sind: Der sprichwörtlichen Launenhaftigkeit von Wind und Wetter steht gegenüber die hehre Einfachheit¹⁾ der „vorgeschriebenen Reise“ von Sonne, Mond und Sternen. Freilich, wir wissen, daß auch diese Einfachheit (die den Alten, einem HIPPARCH, ja noch einem KOPERNIKUS zur fixen Idee der genau kreisförmigen Bahnen und der genau gleichförmigen Bewegungen geworden war) überall nur erste Annäherungen darstellt – daß sich dagegen in der tatsächlichen Wirklichkeit (schon infolge des Gravitierens aller Massen gegen alle) die einfachen Elementargesetze zu Wirkungen von einem Grad der Komplexion zusammensetzen, die dann kein Denken (Problem der drei Körper), geschweige das Anschauen wieder restlos in alle Komponenten auflöst.

Und dennoch: Es ist, wie wenn die erhabenste Natur gerade hier für die bescheidensten Bedürfnisse der Schule hätte vorsorgen wollen. Wenn in einem hübschen Paradoxon²⁾ gesagt wurde, es

1) Der Vorrang astronomischer „Gesetze“ für die logische Entwicklung des Begriffes „Gesetz“ überhaupt wird in § 18, S. 279 ff. zur Sprache kommen.

2) Ich habe es aus dem Munde meines unvergeßlichen Lehrers JOSEF STEFAN.

sei ein Glück, daß dem KEPLER keine genaueren Beobachtungen und Instrumente zur Verfügung standen, denn dann hätte er nicht seine Ellipsen (statt der Hipparch-Kopernikanischen Kreise) entdecken können; und vollends die bei weitem komplizierteren Abweichungen von den Ellipsen infolge aller gegenseitigen Perturbationen hätte er ja erst recht nicht entdeckt — so läßt auch dieses vielseitig anregende Wort sofort seine Nutzenanwendung auch auf unsere Didaktik des astronomischen Unterrichtes zu: Wir werden mit vollem Bewußtsein allenthalben solange als möglich statt der Ellipsen des KEPLER und der exzentrischen Kreise des HIPPARCH und des KOPERNIKUS mit den weitestgehenden Vereinfachungen konzentrischer Kreise und gleichförmiger Bewegungen arbeiten; unsere Schüler werden vielleicht bis zum vorletzten Jahrgange, wo sie erst die Wirkungen der Fliehkraft an der rotierenden Erde kennen lernen, noch nichts davon gehört haben, daß die Erde etwas anderes sei als eine Kugel, also nicht, daß sie „an den Polen abgeplattet“¹⁾ oder daß auf ihren Äquator gleichsam ein Wulst gelagert sei. Möchte oder muß sich der gelehrte Astronom an diesen unseren weitgehenden und lange festgehaltenen Fiktionen skandalisieren — wird er aber schon aus diesem Grunde sagen dürfen, daß so etwas überhaupt kein „Wirklichkeitsunterricht“ mehr sei? Solchen Bedenken gegenüber brauchen wir uns nicht einmal zu begnügen mit der allgemein gehaltenen Versicherung, daß für eine „Astronomie in der Schule“ eben doch die Schule das erste, die Astronomie das zweite sei. Sondern wir dürfen sogar den Astronomen in seiner gelehrtesten Tätigkeit sozusagen beim Worte (oder diesmal bei der Formel) nehmen und uns daran erinnern, wie sehr seine Rechnungen anders aussehen als die des „reinen Mathematikers“. Auch dieser skandalisiert sich daran, wie der astronomische Rechner immer mit Gliedern erster Ordnung beginnt, die handgreifliche Fiktionen darstellen; wie er erst dann auf ganz bestimmte Bedürfnisse hin Glieder zweiter Ordnung anfügt; wieder anderen Nebenumständen zuliebe dann erst Glieder dritter Ordnung usw. So wenig diese allmählichen Korrekturen und Annäherungen an eine schließlich doch immer unerreicht bleibende Wirklichkeit rein inhaltlich überhaupt noch in den astronomischen Interessenkreis des Schülers zu fallen pflegen, so mögen sie als wissenschaft-

1) Vgl. zu diesem den Anfänger irreführenden Ausdruck S. 20, 88, 303.

liche Methode doch geradezu vorbildlich sein für unsere didaktische Methode: Wir werden mit bestem didaktischen Wissen und Gewissen jede Erscheinung am Himmel bis aufs äußerste vereinfachen, damit sie, zuerst zwar ganz unexakt, aber dafür mit ungeteilter Kraft der Anschauung aufgefaßt und, erst durch künftiges Denken zu verfeinern, diesem selbst eine um so kräftigere Grundlage abgebe. Nur wenn wir dem Schüler Zeit lassen, jetzt eine Zeitlang zu meinen, er habe das ihm anschaulich Vertraute auch gedanklich ausreichend bewältigt, kräftigen wir durch diesen Wahn sein Wirklichkeitsgefühl. Dann eines Besseren belehrt, fühlt er auch sich selbst inzwischen soweit gewachsen, daß ihm das Zerstören der früheren kindlichen Vorstellung keineswegs nur mehr als Zerstören, sondern als eine verfeinerte und vertiefende Anpassung des Denkens an die Wirklichkeit verständlich und fühlbar wird. — Und so fort nach einem didaktisch wohl überlegten Gesamtplan, unter dem die astronomische Logik gewiß nicht leidet, wenn auch hier der didaktischen Psychologie — wie in allen, nicht nur den realistischen Fächern — für den Anfang die Rolle der Führerin eingeräumt war. —

Mögen diese allgemeinen Betrachtungen selbst noch etwas abstrakt geklungen haben, so werden sie doch durch die konkreten Anwendungen in allem Folgenden hoffentlich das nötige Leben empfangen, so daß von einem in diesem Sinne erteilten astronomischen und astronomisch-geographischen Unterricht vielleicht auch manches andere Stück Wirklichkeitsunterricht theoretische und praktische Vorbilder empfangen kann. — Wenden wir uns also von der Theorie des Vorstehenden sogleich zu den sehr praktischen schultechnischen Vorerwägungen des folgenden Paragraphen. Auch sie stehen zum Gesamtplane dieser „Zehn Bände didaktischer Handbücher“ insoferne nicht außer Beziehung, als mit der äußeren Aufteilung des Stoffes¹⁾ zugleich für die konkreten „Verzahnungen“ zwischen diesem einen oder zwei speziellen Unterrichtsfächern (denn leider werden „mathematische“ Geographie und Astronomie noch immer häufig nicht als Ein Ganzes, sondern wie zwei einander gänzlich fremde Stoffe behandelt) und den übrigen realistischen und zum Teile auch humanistischen Fächern vorgesorgt werden soll.

1) Auf Einwendungen von A. LANNER in Heft 11 der IMUK, Österr. Delegation, kommen wir erst S. 336 Anm. zurück.

§ 4. Die Aufteilung des Mittelschulunterrichtes in der Himmelskunde und astronomischen Geographie an den der Geographie, Physik (Unterstufe), Mathematik, Physik (Oberstufe).

Waren in den beiden vorausgehenden §§ 2, 3 mancherlei innere, tieferliegende Ursachen aufzudecken, die den bisherigen Mittelschulunterricht in der Himmelskunde nicht zu dem ihm gebührenden Leben haben kommen lassen, so stellen ein vergleichsweise äußerliches Hindernis die Lehrpläne¹⁾ dar, welche nur zu oft durch un-

1) Als von nur mehr historischem Interesse (aber wenigstens nicht ganz ohne solches – schon als Warnung vor ähnlichen Organisationsfehlern) teile ich aus V. 1889 anmerkungsweise folgende Betrachtungen über die damaligen österreichischen Lehrpläne und „Instruktionen“ von 1884 mit:

„Der Physik des Untergymnasiums ist durch Lehrplan und Instruktionen von 1884 jeder Anteil an dem Unterrichte der Astronomie und der astronomischen Geographie entzogen; nicht ausdrücklich, aber stillschweigend, indem weder in der höchst ausführlichen Aufzählung der Kapitel, welche der physikalische Unterricht der III. und IV. Klasse laut Lehrplan durchführen darf und muß, noch in den Instruktionen zur Physik dieser Klassen der astronomischen Geographie im ganzen oder einzelner ihrer Lehren mit einem Worte Erwähnung geschieht. – Daß dies nicht ein Übersehen, sondern eine absichtliche Ausscheidung ist, geht daraus hervor, daß der „Organisationsentwurf“ von 1849 (S. 36) für die Physik der IV. Klasse u. a. vorgeschrieben hatte:

„Einige Hauptlehren der Astronomie und der physischen Geographie.“

Als Lehrer der Physik nun darf und muß ich sagen, daß ich in dieser stillschweigenden Ausscheidung des für Geist und Gemüt des Knaben vielleicht erhebendsten Teiles physikalischer Tatsachen – denn der Physik gehören die astronomischen Tatsachen doch nach Inhalt und Methode entschieden an – eine empfindliche Schädigung des physikalischen Vorunterrichtes nach seiner unterrichtenden wie erziehlichen Seite erblicke.

Schon diese Erklärung aber könnte den Schein erwecken, als zweifelte ich daran, daß die Elemente der astronomischen Geographie, welche vor 1884 zum überwiegenden Teile, seit 1884 ausschließlich dem Lehrer der Geographie als Lehrstoff der I., II. und hauptsächlich der III. Klasse überantwortet sind, seitens dieses eine in ihrer Art vollkommene fachmännische Vertretung finden. Sicherlich liegt mir derlei abfällige Kritik völlig ferne: aber auch zu zustimmender hätte ich nur ein teilweises Recht, denn einerseits habe ich zwar als Lehrer der Physik in den oberen Klassen mich natur- und pflichtgemäß dafür zu interessieren, welche Vorkenntnisse der Schüler aus den Unterklassen mitbringt, andererseits aber sehe ich mich dadurch, daß die astronomische Geographie der Unterstufe nunmehr ausschließlich dem Geographieunterrichte zugewiesen ist, genötigt, über ein Lehrfach mitzusprechen, in welchem ich nicht Fachlehrer bin, in dessen wissenschaftliche und didaktische Aufgaben, Hilfsmittel und Leistungen ich keinen tieferen Einblick habe, als ihn jeder Schulmann besitzt. Da ich nun aus vollster Überzeugung an dem Prinzipie des Fachlehrersystems und der aus ihm hervorgehenden Regel, daß mit der feineren Organisation jedes Faches nur derjenige, welcher es selbst lehrt, so vertraut sein kann, daß sein Urteil entscheidenden Wert hat, für

geschickte Ansetzung der einschlägigen Lehrstoffe (– wenn nicht gar durch Verschweigen oder Vergessen!) die praktische Didaktik

meine eigenen wie für fremde Fächer festhalte, so drängt es mich, jeden Schein von Kompetenzüberschreitung von meiner Seite durch die weitere Erklärung fernzuhalten, daß ich für die nachfolgende Kritik des Lehrplanes und der Instruktionen zur mathematischen Geographie und die an jene Kritik sich anschließenden Vorschläge ausschließlich die allgemein anerkannten Grundsätze naturwissenschaftlicher Didaktik zur Richtschnur nehme; daß ich dagegen mein Urteil willig dem der Herren Fachlehrer der Geographie unterordne, wenn diese den Beweis antreten, daß das besondere Interesse des geographischen Unterrichtes vielleicht in einzelnen Punkten Modifikationen desjenigen Lehrganges der mathematischen Geographie erheische, der vom ausschließlich naturwissenschaftlichen Gesichtspunkte der richtigste wäre. Das freilich darf und muß ich auch bei dieser Konzession an mögliche Interessenkonflikte zwischen physikalischer und geographischer Didaktik von vornherein als zugestanden annehmen, daß die spezielle Didaktik der mathematischen Geographie als eines Teiles des Geographieunterrichtes sich nicht etwa in Widerspruch setzen wolle mit den allgemeinen Grundsätzen der Methodik überhaupt – den Sätzen des Aufsteigens von Besonderem zu Allgemeinem, von der Anschauung zum Begriffe, von der Tatsache zur Theorie.“ –

Zum Schlusse des damaligen Vortrages empfahl ich folgende Verteilung der Stoffe (von der dann einiges schon 1890–1892, mehr erst 1908/09 in die offiziellen Lehrpläne übergegangen ist; ich hatte mich damals in meinen Forderungen noch so wenig als möglich von dem ganz andersartigen bis dahin Gewohnten entfernt – gemäß dem weisen Worte des Hans Sachs:

„Was ich mein', ist schon neu – zuviel auf einmal brächte Reu'“):

„Aus der mathematischen Geographie (in den Geographiestunden):

I. Klasse: Beobachtungen des Standes der Sonne in bezug auf das Schul- und Wohnhaus zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten. Orientierung nach Aufgang, Untergang und Kulmination der Sonne. Beschreibung der jährlichen Schraubenbewegung der Sonne in bezug auf den Schulort, und hieraus Erklärung der Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten innerhalb der Heimat.

II. Klasse: Beschreibung des täglichen und jährlichen Sonnenlaufes für Länder anderer geographischer Breiten und Längen. Erklärung der letzteren Begriffe und der klimatischen Grundtatsachen aus der Lage der verschiedenen Teile der Erdoberfläche zur jährlichen Schraubenbahn der Sonne.

Auf einzelne Physikstunden der drei Semester verteilt:

III. Klasse: Beschreibung der Erscheinungen am Fixsternhimmel. Phasen und Umlauf des Mondes. – Jährliche Bewegung der Sonne in der Ekliptik.

IV. Klasse: Grundvorstellungen von der täglichen Bewegung der Erde um ihre Achse und ihrer jährlichen Bewegung um die Sonne. Anwendung dieser Vorstellungen zur Erklärung der in der I. bis IV. Klasse gesammelten Kenntnisse von den Erscheinungen am gestirnten Himmel und auf der Erdoberfläche.

Physik. VII. Klasse, I. Sem.: Einleitung. Mechanik des Punktes und der starren Systeme. Die einschlägigen Teile der Astronomie. – II. Sem.: Hydro- und Aeromechanik. Wärme. Chemie.

VIII. Klasse, I. Sem.: Wellenlehre, Akustik. Optik mit den einschlägigen Teilen der Astronomie. Strahlende Wärme – II. Sem.: Magnetismus. Elektrizität. Ergänzung der Astronomie. Wiederholung des Lehrstoffes der VII. und VIII. Klasse.“

dieses Teilgebietes der Naturkunde im ganzen bisher viel mehr gehemmt als gefördert haben. – Was in dieser Hinsicht schon der Gegenstand selbst (noch vor allem Besinnen auf seine psychologische Vermittlung an den Schüler – vgl. Bd. I, § 6) fordert, bezeichnete V. 1889 so:

„Soll die Astronomie am Gymnasium nach den nämlichen Grundsätzen der Didaktik, welche für allen naturwissenschaftlichen Unterricht, im besonderen für sämtliche übrigen Abschnitte der Physik, heutzutage bereits ganz allgemein anerkannt sind, behandelt werden, so darf dies nicht im Laufe weniger Wochen, und am wenigsten am Schlusse des gesamten physikalischen Unterrichtes geschehen; sondern der vom Gesetze vorgeschriebene astronomische Lehrstoff muß auf die gesamte Lehrzeit verteilt werden, einerseits mit Rücksicht auf die längere Periode der in der Natur selbst sich abspielenden Vorgänge, an deren wirkliche Beobachtung der Unterricht überall nach Möglichkeit anzuknüpfen hat – andererseits mit Rücksicht darauf, daß in den verschiedensten Abschnitten der Physik, namentlich in Mechanik und Optik, die Anschauung des größeren Teiles astronomischer Tatsachen bereits vorausgesetzt wird...

Die Periode der Wiederkehr ist ja für die Mehrzahl dieser Erscheinungen mindestens ein Jahr; und erst wenn während wenigstens eines Jahres die gelegentliche Beobachtung derjenigen Erscheinungen am Himmel, von denen in der Schule offiziell die Rede war, für jeden zur Pflicht gemacht würde, dürfte man hoffen, daß es dem Zöglinge zur Gewohnheit fürs ganze Leben wird, für derlei Schauspiele diejenige verständnisvolle Teilnahme zu haben, wie wir sie als eigentlichstes Erträgnis alles naturwissenschaftlichen Unterrichtes anstreben.“

Es darf heute gesagt werden, daß ein nun mehr als zwanzigjähriger Kampf denn doch dahin geführt hat, daß wenigstens jenes äußerlichste, das Lehrplan-Hindernis, seit den neuesten österreichischen Lehrplänen von 1908–1909 auf unserem Unterricht der astronomischen Geographie und Himmelskunde nicht mehr allgemein lastet. Doch sei das vorerst nur als eine der weiteren Diskussion¹⁾ sehr wohl fähige und wohl auch bedürftige These hier ausgesprochen. Man weiß ja, daß Lehrpläne nur auf dem Wege der Kompromisse zustande kommen; und nicht etwa um die augenblicklich geltenden österreichischen Lehrpläne als schon schlechthin mustergültig zu empfehlen, sondern nur weil sie ein nicht mehr mit offenkundigen didaktischen Mängeln behaftetes konkretes Beispiel darstellen, mögen sie den

1) Vgl. unten § 8, S. 100ff.

Ausgangspunkt für Erwägungen bilden, nach denen nun andere Staaten ihre Lehrpläne formen können und dabei das, was sich in einem großen Staat bewährt oder aber als noch verbesserungsfähig herausstellt, zu ebenso konkreten Ausgangspunkten für das Beizubehaltende und das noch zu Verbessernde werden lassen. Es seien deshalb aus den österreichischen Lehrplänen von 1908–1909 die zur astronomischen Geographie und Himmelskunde in näherer oder entfernterer Beziehung stehenden Partien hier wiedergegeben, wobei wir uns behufs rascher Orientierung erlauben, die auf jene zwei Disziplinen, die **Astronomie** und die **astronomische Geographie**, direkt bezüglichen Stellen durch **Fett-druck** hervorzuheben.

Geographie.
Unterstufe.

Lehrziel: Die grundlegenden Anschauungen und Kenntnisse von der Gestalt und Größe der Erde und von den scheinbaren Bewegungen der Sonne zur Erklärung des Wechsels der Beleuchtung und Erwärmung. Verständnis der Landkarte. Übersichtliche Kenntnis der Erdoberfläche nach ihrer natürlichen Beschaffenheit, nach Bevölkerung und Staaten mit besonderer Berücksichtigung der österreichisch-ungarischen Monarchie.

I. Klasse, wöchentlich 2 Stunden.

Anschauliche Vermittlung der geographischen Grundbegriffe, zunächst in Anlehnung an den Heimatsort und dann in stetem Zusammenhang mit dem fortlaufenden Lehrstoff. **Sonnenstände in bezug auf das Schul- und Wohnhaus zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten (gegen Ende des Schuljahres Zusammenfassung der Einzelbeobachtungen zum anschaulichen Bild von der Schraubenbahn der Sonne).** Hiernach Orientierung in der wirklichen Umgebung und auf der Karte. Erste Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus. Beschreibung und Erklärung der Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse innerhalb der Heimat im Verlaufe eines Jahres, soweit sie unmittelbar von der Tageslänge und der Sonnenhöhe abhängen. Hauptformen des Festen und Flüssigen in ihrer Verteilung auf der Erde samt ihrer Darstellung. Lage der bedeutendsten Staaten und Städte bei steter Übung und Ausbildung im Kartenlesen.

Versuche im Zeichnen der einfachsten geographischen Objekte.

II. Klasse, wöchentlich 2 Stunden.

Übertragung des für den Horizont der Heimat gewonnenen Bildes von der Schraubenbahn der Sonne auf die Horizonte anderer Breiten (ausgehend von entsprechenden Landschaftsschilderungen); hieraus Kugelgestalt und Größe der Erde. Vertiefende Lehre vom Globus.

1) Jetzt 1 Stunde weniger (S. 68. Anm.).

Asien und Afrika nach Lage und Umriß, in oro- und hydrographischer, topographischer und klimatischer Hinsicht. In Abhängigkeit von Boden und Klima; Vegetation, Produkte der Länder und Beschäftigung der Völker nur an einzelnen naheliegenden und ganz klaren Beispielen zu erläutern.

Europa: Übersicht nach Umriß, Relief und Gewässern. Die Länder Südeuropas und des britischen Inselreiches nach den bei Asien und Afrika angedeuteten Gesichtspunkten.

Entwerfen einfacher Kartenskizzen (lediglich zu Übungszwecken).¹⁾

III. Klasse, wöchentlich 2 Stunden.

Die in der II. Klasse nicht behandelten Länder Europas (mit Ausschluß der österreichisch-ungarischen Monarchie), Amerika und Australien, nach denselben Gesichtspunkten wie in der II. Klasse, insbesondere auch rücksichtlich der Erklärung der klimatischen Zustände. **Ergänzende Wiederholungen aus der astronomischen Geographie, in Hinblick auf die an den physikalischen Lehrstoff dieser Klasse angegliederten Lehren.**

Kartenskizzen wie in II.

IV. Klasse, wöchentlich 2 Stunden.

Physische und politische Geographie der österreichisch-ungarischen Monarchie mit Ausschluß des statistischen Teiles als solchen, jedoch mit eingehender Beachtung der Produkte der Länder, der Beschäftigung, des Verkehrslebens und der Kulturverhältnisse der Völker.

Kartenskizzen wie in II.

Oberstufe.

Lehrziel: Gründliche Bekanntschaft mit der Länderkunde Europas, erworben durch Wiederholung, Ergänzung und Vertiefung der auf der Unterstufe erlangten geographischen Kenntnisse unter stärkerer Hervorhebung des ursächlichen Zusammenhanges der geographischen Erscheinungen. Eingehende Kenntnis der geographischen Verhältnisse der österreichisch-ungarischen Monarchie, insbesondere ihrer natürlichen Wirtschaftsgebiete und der Faktoren ihrer Entwicklung. Die außereuropäischen Länder nur in großen Zügen.

V. Klasse, wöchentlich 1 Stunde.

Europa: Allgemeine Übersicht, Wiederholung, Ergänzung und Vertiefung der Länderkunde von Südeuropa und Frankreich unter stärkerer Hervorhebung der kausalen Wechselbeziehungen der geographischen Erscheinungen. (Bodenplastik und ihre Entstehung, **Sonnenbahn und Klima**; Klima, Vegetationsdecke und Tierwelt; kulturelle Entwicklung der einzelnen Länder und ihre Abhängigkeit von geographischen

¹⁾ Im Lehrplan von 1908 für das Realgymnasium hatte es geheißen: „Übungen im Entwerfen einfacher Kartenskizzen“. Ebenso bei III. u. IV.

Faktoren, die Wirtschaftsformen und ihre Ursachen, Güteraustausch und Verkehrswege.) Australien und Amerika im Überblick¹⁾.

VI. Klasse, wöchentlich 1 Stunde.

Nordost- und Mitteleuropa (mit Ausschluß von Österreich-Ungarn) nach denselben Gesichtspunkten. Afrika und Asien im Überblick²⁾.

VII. Klasse, s. Lehrplan für Geschichte³⁾.

VIII. Klasse, I. Semester wöchentlich 4, II. Semester wöchentlich 3 Stunden (für Geographie und Bürgerkunde zusammen).⁴⁾

a) Geographie der österreichisch-ungarischen Monarchie mit besonderer Berücksichtigung der für den Aufbau, das Landschaftsbild, das Klima und die Besiedelung maßgebenden Tatsachen der Geologie, der Oro- und Hydrographie, der Klimatologie, der politischen und Wirtschaftsgeographie (Produktions-, Handels- und Verkehrsverhältnisse), Stellung im Weltverkehr.

b) Geschichte, c) Bürgerkunde, s. Lehrplan für Geschichte⁵⁾.

Physik.

Innerhalb der III. Klasse⁶⁾: **Himmelserscheinungen (über das ganze Schuljahr verteilt): Erste Orientierung am Fixsternhimmel, Phasen und Umlauf des Mondes, Bewegung der Sonne in bezug auf den Fixsternhimmel.**

Innerhalb der IV. Klasse: **Zusammenfassende Wiederholung der Himmelserscheinungen und ihre Erklärung aus dem kopernikanischen System.**

Innerhalb der VII. Klasse: ... Zentralbewegung. (Den Lehren von den Planetenbewegungen ist das **Einschlägige aus der Astronomie** wiederholend und ergänzend vor auszuschicken; im Anschluß an Kreiselversuche: **Präzession, tropisches Jahr** u. dgl.)

Innerhalb der VIII. Klasse: ... das Wichtigste aus der Spektralanalyse. (Im Anschluß daran einige Mitteilungen aus der **physischen Astronomie**.)

1) Realgymn. 1908: Asien und Afrika im Überblick.

2) Realgymn. 1908: Belgien, Niederlande, England und Nordeuropa nach denselben Gesichtspunkten. Amerika und Australien im Überblick.

3) Realgymn. 1908: wöchentlich 1 Stunde. Alpen, Schweiz, Deutsches Reich und Osteuropa nach denselben Gesichtspunkten. Gesamtwiederholung.

4) Realgymn. 1908: wöchentlich 3 Stunden (für Geographie, Geschichte und Bürgerkunde zusammen).

5) Realgymn. 1908: Geschichte der österreichisch-ungarischen Monarchie,

6) Leider nicht auch im Realgymn. 1908. Wir werden diesen und andere „Schönheitsfehler“ der ein Jahr vor den Lehrplänen für Gymnasien und Realschulen etwas eilig zustande gekommenen Pläne für das 1908 in Österreich neugeschaffene Realgymnasium auch noch S. 161, 196, 284 zu berühren haben.

7) Ähnlich Realgymn. 1908. Physik IV.

Wie man sieht, sind diejenigen leitenden Gedanken in diesen neuesten österreichischen Lehrplänen, die wohl von dem in anderen Staaten Hergebrachten auch schon äußerlich am stärksten abweichen, die folgenden:

1. Die Aufteilung der die Astronomie und astronomische Geographie betreffenden Lehren über fast alle Schuljahre des Gymnasiums. Nicht ausdrücklich mit astronomischem Lehrstoff versehen sind nur die V. und VI. Klasse; es wird in der nachfolgenden Darstellung §§ 15–17 zu zeigen sein, wie der Mathematikunterricht dieser beiden Jahrgänge dafür sorgen kann, daß das nicht eine wirkliche Lücke im gesamten Lehrgang bleibe und daß nicht durch bloßes Vergessenlassen des auf der Unterstufe Erlernten ein neuer didaktischer Fehler begangen werde.

2. Die äußerste Beschränkung dessen, was in den allerersten Schuljahren von der einstigen mathematischen Geographie verblieben oder vielmehr an deren Stelle getreten ist.

Allerdings werden wir als Nachtrag zur positiven Entwicklung dieses Programmes auch einen heftigen Widerstand zu erwähnen haben (§ 8, S. 100 ff.), auf den diese Neuerungen bei einzelnen Geographielehrern schon wieder gestoßen sind. Der Versuch einer Widerlegung dieser Bedenken wird aber wirksamer sein, wenn wir jener notgedrungenen Polemik die nähere positive Darstellung vorausschicken, wie nach jenen Plänen didaktisch zweckmäßig vorgegangen werden kann. Daher mag auch der Wortlaut jener Lehrpläne, selbst wo er vielleicht in Einzelheiten noch unmißverständlicher gefaßt sein könnte, einstweilen unverändert den für die einzelnen Jahrgänge zu entwickelnden Lehrgängen zugrunde gelegt bleiben. Diese wieder mögen dann ab und zu durch Lehrproben¹⁾ veranschaulicht werden.

Hauptsache aber soll auch in diesem Bande bleiben, durch Ratschläge und Gründe für die dem Verfasser zweckmäßigst scheinende Aufteilung des ganzen astronomisch-geographischen und (vom dritten Jahrgang ab) des eigentlich astronomischen Lehrstoffes auf die einzelnen Jahrgänge und Lehrfächer vor allem

1) In Band I der Didakt. Handb. führt der zweite Teil (S. 52–430) den Titel: „Lehrproben, Lehrgänge, Lehrpläne“. Daß in diesem II. Bande diese Reihenfolge im Titel des Zweiten Teils umgekehrt wurde, will zum Ausdruck bringen, daß für einen gedeihlichen astronomischen Unterricht das Ausgehen von einem im Vergleich zu den gegenwärtig sonst üblichen Plänen (und den, wie gesagt, nicht seltenen Planlosigkeiten) neuen Plan für alle Jahrgänge in der Tat als eine erste Vorbedingung der Reform erscheint.

dem Lehrer die Bahn frei zu machen für die Einzelschritte seines zielbewußten Vorgehens, dem wir, auch wo unsere Vorschläge bis in Einzelnes gehen, ganz und gar nicht die Bewegungsfreiheit hemmen wollen.

In dieser Hinsicht wären natürlich die meisten Sätze aus Bd. I „§ 6. Der äußere Rahmen des Unterrichts: Jahresabgrenzungen und Stundenausmaße. – Grundsätze der Lehrplangestaltung. Ein Einheitslehrplan für den mathematischen Unterricht“ auch auf diesen zweiten (und, wie wir hoffen, auch auf die übrigen dieser „Zehn Bände Didakt. Handb.“) wörtlich zu übertragen. Deshalb hier keine weiteren Allgemeinheiten in dieser Richtung mehr. – Wohl aber bedürfen die Ausdrücke „erste, zweite, dritte, vierte Stufe“, deren wir uns im folgenden bedienen werden, der Sicherung gegen ein Mißverständnis, als ob sich nämlich diese vier Stufen nicht verträgen mit den drei Stufen der reichsdeutschen höheren Schulen oder der Zweistufigkeit der österreichischen Mittelschulen (ebenso der Unter-, Mittel- und Oberstufe von Bd. I). Vielmehr will das Wort „Stufe“ in diesem Band II nur mit dem kürzesten Ausdruck die sachliche Aufteilung des Stoffes zuerst an Geographie, zuzweit an die Unterstufe der Physik; zudritt an die Mathematik, zuviert wieder an die Physik der Oberstufe besagen. – Daß übrigens hier kein ängstliches Zerlegen des einen astronomischen Lehrstoffes und Verteilen als Beute unter drei Wissenschaften bzw. Schulfächer, oder gar ein kleinlicher Kompetenzkonflikt zwischen diesen gemeint sein kann, wird man uns schon nach dem Programm aller Zehn Bände, das überall auf „Verzahnungen“ dringt, zutrauen.

Natürlich sind auch die im folgenden (wie im Band I) angenommenen „acht Jahrgänge“ nur als ein Schema aufzufassen; ohne ein solches aber hätte sich ein „Einheitslehrplan für den astronomisch-geographischen und himmelskundlichen Unterricht“ nicht einmal entwerfen lassen. Das Schema aber wird weder die Differenzierung des Vorgehens an verschiedenen Schulen verhindern oder erschweren wollen, noch darf es sich außerhalb des historisch gewordenen und tatsächlich gegebenen äußeren Rahmens dieser Schulen, mit ihren bald sieben, bald acht, bald neun Jahren, stellen. Daß die acht Jahrgänge denen der österreichischen Gymnasien¹⁾ sich am nächsten anschließen, möge – bis auf tiefere lehrplantheoretische Erwägungen – allen außerhalb dieser Stehenden nur als bloßer Zufall gelten; und die Anpassungen an andere Jahreseinteilungen werden, wenn nur die einzuteilenden Stoffe und die nach ihnen und dem Lebensalter der Schüler sich richtenden didaktischen

1) Vgl. in Band I S. 430 die Zusammenstellung unserer „Jahrgänge“ mit den Lebensjahren einerseits und den Klassenzahlen in Preußen und Österreich andererseits.

Methoden geklärt und festgestellt sind, niemand Schwierigkeiten machen. So dürfte z. B. das im folgenden für den ersten Jahrgang (an den österreichischen Gymnasien 11. Lebensjahr) in Aussicht genommene Stück Heimatskunde ohne weiteres auch schon in der preußischen Sexta (10. Lebensjahr) didaktisch passend sein.

Der vorliegende Band durfte sich das vorschlagsweise Zugrundelegen der augenblicklichen österreichischen Stoffverteilung ohne Gefahr eines Scheines von Einengung der Bewegungsfreiheit um so eher gestatten, als GNAU¹⁾ (bei dem auch das Wort „Stufe“ einen etwas anderen

1) An mehreren Stellen klagt GNAU über das, was wir oben (zum Teil in doppeltem Sinne) die bisherige „Planlosigkeit“ nennen mußten; so GNAU I, S. 21: „Da liegt aber nicht die einzige und nicht die Hauptursache des geringen Erfolges. Verhängnisvoller ist die Verteilung des Lehrstoffes auf die Klassen. So sieht der allgemeine Lehrplan die mathematische Geographie nur für einzelne Klassen vor; auch setzt die für Sexta angesetzte Anleitung zum Verständnis des Globus bereits so viele Vorbetrachtungen voraus, daß die Häufung mathematischer Begriffe auf dieser Stufe in Kontrast steht zu den Pensen der Mittelklassen“. — Ebenda I, S. 24: „Lehrpläne und Lehrbücher verzichten bisher darauf, den Lehrstoff der mathematischen Geographie organisch auf sämtliche Klassen zu verteilen. Ja man könnte angesichts der knappen Erwähnung, welche sie in den allgemeinen Lehrplänen erfährt, auf den Gedanken kommen, daß dieselbe nur diese und jene Klasse ausführlicher beschäftigen solle. Der eigentliche Sinn dieser Vorschriften kann aber nicht ein solcher sein, denn die Beziehung der mathematischen Geographie zu andern Disziplinen, besonders aber ihre Bedeutung für die allgemeine Geographie rechtfertigt die repetitorische und erweiterte Bearbeitung jenes Lehrgebietes für jede Stufe des Unterrichts“. — GNAU II, S. 4: „Den genannten Klassen schreibt der offizielle Lehrplan nicht ausdrücklich die mathematische Geographie vor, also ein systematischer Fortschritt in dieser Disziplin ist da nicht vorgesehen. Aber die physikalische Geographie auf diesen Stufen, in Quarta der Gegensatz von Nord- und Südeuropa und weiterhin die Verhältnisse der tropischen wie der arktischen Gegenden geben Veranlassung genug, von allen jenen Orten der nach wie vor zentral gedachten Erde den Himmel zu schauen, von wo die leuchtenden und wärmenden Strahlen einfallen, und woher Einflüsse kräftig sind, durch welche Zeiten und Zonen, Wetter und Wogen beherrscht werden. Für Untersekunda nachher ist die mathematische Geographie wieder vorgeschrieben und wird dort so abgeschlossen, daß der abgehende Schüler für die praktischen Zwecke der Astronomie das nötige Verständnis, der zu den Oberklassen aufsteigende für die weiteren Ziele der Wissenschaft ein lebendiges Interesse mitnimmt“.

Auch BERNHARD HOFFMANN spricht sogleich an der Spitze seines Programmes (vgl. u. S. 239) „Zur Gestaltung des Unterrichtes in der mathematischen Himmelskunde“ von den bisherigen Mängeln der äußeren Organisation: „Der an sich idealen Forderung, den mathematischen Unterricht in dem Gebiete der Himmelskunde ausklingen zu lassen, in ihr noch einmal die auf allen Gebieten gewonnenen Kräfte einzusetzen und dem der Reifeprüfung nahestehenden Primaner zu zeigen, wie er sein Wissen und Können zur Erlangung sicherer Urteile auf dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisfelde verwenden kann, von dem von jeher die Mathematik ihre fruchtbarsten Anregungen er-

Sinn als in diesem Bande hat) ebenso konkret sich an die preußischen Verhältnisse anlehnt. Diese zweierlei Konkretheit wird dann die Auswahl des dem einzelnen Lehrer passendst Scheinenden um so deutlicher freistellen.

hielt, stehen zwei Umstände hinderlich im Wege. Selten dürfte die Voraussetzung, daß der Primaner die Grundlagen der in Betracht kommenden Erscheinungen mit ihrem Anhang von Begriffsbestimmungen so kennt, daß man mit ihm sofort zur Tat schreiten könne, völlig erfüllt sein, denn das ist nur möglich, wenn im erdkundlichen und im mathematischen Unterricht planmäßig eine Erweiterung und Befestigung dieser Kenntnisse auf Grund von Beobachtungen vorgenommen wird. Ein solches stufenweises Fortschreiten kennen aber unsere Lehrpläne nicht, und die von ihnen vorgeschriebene Behandlung des Stoffes am Abschluß der mittleren Klassen bleibt, wie die leidige Erfahrung lehrt, vielfach frommer Wunsch. Kommt aber zu der Forderung, mathematische Himmelskunde zu treiben, noch die zweite hinzu, auch die Grundbegriffe erst durch Anschauung zu einiger Sicherheit zu bringen, dann ist der Anlaß zur Unlust größer als der zu erwartende Gewinn, und niemand darf sich wundern, wenn die Himmelskunde auch fernerhin das Aschenbrödel unter den Naturwissenschaften bleibt.“

Ebenso klagen über das Fehlen oder über Fehler in der Organisation zwei Abhandlungen, die mir während des Druckes zukommen:

Dr. SEBALD SCHWARZ, Realschuldirektor in Lübeck, knüpft in seiner Abhandlung über „Die Verteilung des Lehrstoffes in der astronomischen Geographie von Sexta bis Untersekunda“ (Geographischer Anzeiger 1911) an seine Klagen auf dem XVII. Geographentag an, „wie kümmerlich nach den Lehrplänen wie in der Praxis es mit der astronomischen Geographie in unseren höheren Schulen steht, und es ist mir von keiner Seite widersprochen, von vielen, mir wertvollen, zugestimmt worden.

Nach den Lehrplänen kommt die Behandlung der astronomischen Geographie von VI bis U II auf folgendes heraus: In VI soll sie in ihren Grundzügen durchgenommen werden, in U II dann noch einmal, dem höheren Standpunkt der Klasse entsprechend in größerer Breite und Tiefe. In der Praxis fürchte ich, daß eher weniger als mehr geschieht; ich habe wenigstens mehrfach feststellen können, daß die Sache in U II unter dem Drang der Schlußprüfung sehr kümmerlich wurde, daß sie in VI völlig unverstanden blieb. Und selbst in den günstigsten Fällen ergeben sich noch folgende Mängel:

1. Die Schüler haben in den vier Jahren zwischen VI und U II keine Gelegenheit, das Gelernte zu wiederholen; es geht also vollständig verloren.

2. Die Schüler werden verfrüht in eine sehr abstrakte, nur durch Zeichnungen und Modelle zu veranschaulichende Vorstellung eingeführt, haben aber weder Gelegenheit, die Vorgänge, wie sie sich vor unserem äußeren Auge abspielen, zu sehen, noch gar eben zu jenen wirklichen, aber dem sinnlichen Auge verborgenen Bewegungen der Himmelskörper in Beziehung zu setzen.

3. Damit geht ihnen das für ihren Verstand wie für ihr Gemüt Wertvollste verloren; ihre Kenntnisse sind totes Wissen, ohne Verbindung mit ihrem lebendigen Dasein, und sie kommen um die treffliche Schulung von Vorstellungs- und Abstraktionskraft, die darin liegt, daß sie Koppelnikus aus Ptolemäus begreifen müssen.“

FRANZ RUSCH (der Verfasser von „Himmelsbeobachtung mit bloßem Auge“, vgl. unten S. 233) sagt in den Monatsheften für den naturwissenschaftlichen Unterricht (B. G. Teubner 1911) in seinem Aufsatz „Die Himmelskunde in der Schule“: „Wird denn in unseren höheren Schulen gar nichts für die Astronomie getan? Doch! Sie ist Stoff (Lehrpläne von 1901) im Erdkundeunterricht der Sexta; wird dann in der mathematischen Erdkunde der Untersekunda wieder berührt; kommt in der Mathematik der Oberstufe als willkommenes Anwendungsgebiet zur Sprache und bildet als Astrophysik einen Bestandteil des physikalischen Unterrichts, dünn gesät wie Rosinen im Kuchen. Daß diesem Unterricht die Einheit wegen seiner Zerrissenheit fehlen muß, braucht nicht weiter zu verwundern. Daß aber auch eine richtige, d. h. auf Anschauung begründete Methode in diesem zerrissenen Unterricht nicht sich hat ausbilden können, ist ebenso klar, selbst wenn wir von allen Lehrern, die bei der Erteilung in Frage kommen, d. i. der Geograph, der Mathematiker und der Physiker, eine genügende Schulung voraussetzen. Diese Voraussetzung ist zudem noch höchst mangelhaft erfüllt: Denn der Geograph sieht im allgemeinen beim Studium die mathematische Erdkunde als notwendiges Übel an, da sie ihm ohne Anschauung gelehrt wird, während der Mathematiker und der Physiker bis vor kurzem gar keine Verpflichtung zum Studium der Astronomie und Astrophysik hatten. Der einzelne, der sich von ihnen spezieller der Himmelskunde zuwandte, konnte aber im Schulbetriebe nicht durchdringen und war bald zu der Rolle des Seitenwege gehenden Sonderlings verurteilt. . . .

Auf eine weitere ins einzelne gehende Kritik der bestehenden Verhältnisse verzichtend, wende ich mich der Frage der Besserung zu.

Dabei sind zwei von Grund aus verschiedene Wege möglich, die wir getrennt gehen wollen:

1. Besserung des Unterrichtes auf Grund der bestehenden Lehrpläne oder in möglichst engem Anschluß an sie.

2. Besserung durch Änderung der bestehenden Verteilung des Stoffes.

Der erste Weg hat als Kompromiß den Vorzug der leichteren Durchführung im Schulbetriebe, bei dem Nachteil schwierigerer Ausführung im Unterricht; den zweiten absoluten Weg kann ich daher nur im Interesse des Unterrichts zu gehen wünschen.“ —

Erst unmittelbar vor Abschluß des vorliegenden Bandes kommt mir das unserem Gegenstand, Himmelskunde, gewidmete IMUK-Heft zu: „Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland, veranlaßt durch die internationale mathematische Unterrichtskommission. Herausgegeben von F. Klein. Band III, Heft 4. Mathematische Himmelskunde und niedere Geodäsie an den höheren Schulen von Prof. DR. BERNHARD HOFFMANN, Direktor des Kgl. Gymnasiums zu Rawitsch. Mit 9 Figuren im Text. Leipzig und Berlin. Druck und Verlag von B. G. Teubner. 1912.“ Im Vorwort wiederholt HOFFMANN die oben angeführten Worte und fügt bei: „Mit diesen Worten leitete ich im Jahre 1907 eine Programmschrift ein, die zwar sehr freundlich aufgenommen worden ist, aber auf die Gestaltung des Unterrichts nicht die erwartete Wirkung gehabt hat. Die Scheu vor den Launen der Meßinstrumente steht noch immer ihrem regelmäßigen Gebrauche hemmend im Wege; sie überwinden zu helfen ist das wichtigste Ziel dieser Abhandlung.“

Ebenfalls fast unmittelbar vor dem Reindruck dieser Bogen erhielt ich das MUK-Heft von LANNER (vgl. o. S. 21, Anm.); ich konnte daher nur noch auf S. 336 Anm. einige Worte beifügen.

Zweiter Teil.

Lehrpläne, Lehrgänge, Lehrproben.

Erste Stufe:

Die astronomische („mathematische“) Geographie
der untersten zwei Jahrgänge.
(Elftes und zwölftes Lebensjahr.)

§ 5. Die Sonnenbeobachtungen des ersten Jahrganges
als ein Stück Heimatskunde.¹⁾

Denkt man daran zurück, wie einst die „mathematische“ Geographie das von Schülern und Lehrern am meisten gefürchtete Stück des geographischen Unterrichtes der ersten Mittelschulklasse war, so ist hieraus allein schon der Wunsch begreiflich, daß die „mathematische“ Geographie für den Anfang auf ein Mindestmaß eingeschränkt werde. „Eigentlich verstehen ja die Kleinen von diesem Stück Geographie doch nichts – und am besten wär's, mit ihnen gar nichts davon zu reden, sondern diese ganze mathematische Geographie dem Mathematiker, vielleicht erst der obersten Klasse, zu überlassen – wenn man nur nicht doch wieder sogleich im allerersten Anfang der Geographie den Globus und die Karte erklären und somit von geographischer Länge und Breite, Wende- und Polarkreisen usf. reden müßte.“ Diesem Dilemma wurden dann nicht etwa der „Globus“, sondern – – „die Kleinen“ geopfert... So begannen denn jahrzehntelang verbreitete Geographiebücher mit dem pathetischen Satz: „Unsere

1) Es sei sogleich verwiesen auf die ganz ausgezeichnete Abhandlung von BÖTTCHER „Beobachtung des Sonnenlaufs durch die Schüler“. Indem ich den diesen Vortrag bringenden alten Band der Ztschr. f. d. math. u. naturw. Unterricht 1885 (XVI. Jahrg., Heft 3, S. 161–180) nach mehr als 25 Jahren wieder aufschlage, erkenne ich erst, wieviel ihm meine im V. 1889 ausgesprochenen Vorschläge und auch wieder der vorliegende Band verdanken, ohne daß ich mir dessen noch bewußt gewesen war. BÖTTCHERS Vorschläge bringen reichliche Materialien für alle Stufen des himmelskundlichen Unterrichts; wo wir einiges von ihm im folgenden anführen werden, wird es kurz geschehen unter „BÖTTCHER 1885“.

Erde ist ein Stern unter Sternen“¹⁾), gingen dann zu Definitionen von Horizont, Weltgegenden usw. über und dann, damit es doch an „Veranschaulichung“ nicht fehle, sobald als möglich zum Tellurium mit seiner gegen die Ebene der Erdbahn um $66\frac{1}{2}^{\circ}$ geneigten Erdachse usf.

Wenn nun auch die üblen Erfahrungen, die man mit jenem Lehrgang gemacht hat und die in „§ 2. Klagen und Anklagen“ als didaktisch nur zu wohl begreiflich vorläufig dargetan wurden, nicht mehr maßgebend sein können für unsere Tage, da sich gesündere Traditionen gerade auch dieses Teiles der Geographie einzuleben beginnen²⁾), so glauben doch die nachfolgenden Vorschläge im Sinne aller fortschrittlich denkenden Geographielehrer zu sprechen, wenn auch sie nochmals die These aufstellen:

Die sogenannte „mathematische“ Geographie des ersten Jahrganges hat von den traditionellen Lehrstoffen alles abzustreifen, was hinausgeht über die in die direkte Anschauung fallenden Vorgänge am Tageshimmel³⁾); sie beschränke sich auf die Sonnenstände nebst den aus ihnen sich erklärenden auffälligsten klimatischen Verhältnissen der Beleuchtung und Erwärmung, möglichst ausschließlich der Heimat.

Diese Grundsätze zugegeben, erheben sich aber natürlich sofort die Fragen nach ihrer negativen und positiven Ausgestaltung ins Einzelne; nämlich insbesondere

negative: 1. Läßt sich wirklich mit dem Tageshimmel aus-

1) Bekanntlich steht dieser Satz an der Spitze von HERDERS „Ideen zur Geschichte der Menschheit“ (1784). Aber so dankbar wir diesen wie den weiteren Worten „Vom Himmel muß unsere Philosophie der Geschichte des menschlichen Geschlechtes anfangen“, auch als Didaktiker der Himmelskunde sein wollen, so sollten wir als solche doch wissen, daß jenes Buch geschrieben ist – nicht für Zehnjährige.

2) Ein Kollege, der mich bei der Korrektur unterstützt, schreibt freilich zu dieser Stelle: „In reichsdeutschen Schulen noch jetzt nicht viel anders!“ Ob die österreichischen schon jetzt einen so strengen Maßstab vertragen, weiß ich nicht – lasse aber obige Worte als Ausdruck der Hoffnung stehen. –

Ferner teilt mir M. KOPPE bei der Korrektur mit: „In Berlin sind keine Globen käuflich, deren Achse nach der geographischen Breite gestellt werden könnte, nur eine feste Neigung von $66\frac{1}{2}^{\circ}$ ist vorhanden.“ – Läßt das nicht tief und weit blicken? KOPPE fügt gewiß mit Recht hinzu: „Bei einiger Nachfrage würden die Fabrikanten wohl ebensogut Globen mit stellbaren Achsen einführen, wie sie – seit KLEINS Reform – jetzt Millimeterpapier in beliebigen Formaten liefern.“

3) Abweichende Vorschläge macht GNAU, der schon für den Satz von der Kugelgestalt der Erde Begründungen auch aus Sternbeobachtungen, also am Nachthimmel, verlangt oder doch empfiehlt. – Vgl. S. 151 ff.

kommen – oder muß nicht vom Nachthimmel wenigstens die Stellung des Himmelspoles nach dem Polarstern (und dieses nach dem großen Bären) gleich zu Beginn erwähnt werden?

2. Genügen Beobachtungen der „scheinbaren“ Bewegung der Sonne – müssen nicht vielmehr zu einer wirklichen Erklärung der Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse, auch nur der Heimat, schon die „wirklichen“ Bewegungen der Erde (gemäß der kopernikanischen Lehre) den Kindern mitgeteilt werden? – Sodann aber auch

positive: 3. Wie ist jener möglichst eingeschränkte Lehrstoff im einzelnen zu gestalten, damit er mit dem übrigen Geographieunterricht des ersten Jahrganges allenthalben in organische Verbindung trete? Und ähnlich für den II. Jahrg., der zwar von der Heimat in fremde Horizonte, aber noch immer nicht vom Tages- zum Nachthimmel übergreift.

4. Wieviel ist namentlich vom Gradnetz der Karten und des Globus auch in einem übrigens möglichst auf die Anschauung der Wirklichkeit innerhalb der Heimat sich beschränkenden Unterricht aus dem späteren systematischen Unterricht der Globuslehre schon im ersten Jahrgang vorwegzunehmen? Wie ist es im II. Jahrg. zu ergänzen, zu „vertiefen“?

Zu allen diesen Fragen hat sich schon der V. 1889 geäußert, so daß zu den betreffenden Stellen nur noch ergänzende Ausführungen im einzelnen erforderlich sein werden. Zunächst zur Frage 1:

„Ein Lehrgang der astronomischen Geographie, welcher alle zur Sprache zu bringenden Begriffe und Sätze gemäß ihrer natürlichen logischen Abhängigkeit vorführen wollte, müßte, wenn er sich im übrigen, d. h. hinsichtlich der Menge der zu besprechenden Tatsachen, sein Ziel auch noch so niedrig steckt, mit der Betrachtung des **Fixsternhimmels** beginnen. Schon die allerersten Begriffe astronomisch-geographischen Inhaltes, nämlich die von den Weltgegenden, sind ja relative, die sich allerdings in erster Annäherung durch die Definitionen „Ostpunkt ist der Punkt, in welchem die Sonne am 21. März aufgeht“ usw. auf die Stellung der Sonne beziehen lassen, genau genommen aber bereits die Kenntnis der täglichen Rotation des Fixsternhimmels und der durch sie gegebenen Begriffe von Weltachse, Himmelsäquator und seinen Durchschnittspunkten mit dem Horizont voraussetzen. Ganz und gar abhängig von der Orientierung am Fixsternhimmel nach Deklination und Rektaszension sind aber die beiden Begriffe „Geographische Breite und Länge“ und im Zusammenhang mit ihnen die Sätze von der Gestalt und Größe der Erde. Wer zum erstenmal einen Globus

vor die Schüler hinstellen und dabei seine Behauptung, daß das ein Abbild der Erde sei, auf der in Wirklichkeit „ein Grad“ die Länge von 15 „geogr. Meilen“ = 111 km habe usw., irgendwie durch Berufung auf Tatsachen begründen will, muß als solche Tatsachen voraussetzen: 1. daß bei Wanderungen gegen Süden oder Norden um je 15 Meilen sich der Horizont um je 1° anders gegen Weltachse und Himmelsäquator geneigt erweist als am Ausgangspunkt, welche Tatsache den eigentlichen Inhalt des Begriffes „geographische Breite“ begründet; und 2. die analoge Tatsache der Zeitunterschiede in den Kulminationen der Fixsterne bei Reisen gegen Osten oder Westen als Inhalt des Begriffes „geographische Länge“. [Hier die Anmerkung über die unten, S. 93 ff., besprochene Kritik der landläufigen „Beweise für die Kugelgestalt der Erde“ von PICK.] – Vollends von der Rotation der Erde zu reden, ohne ein Wissen von der Rotation des Fixsternhimmels vorauszusetzen, kann, wenn überhaupt welche, so nur falsche Vorstellungen erwecken: denn da die Rotationsdauer der Erde ein Stern-, nicht ein Sonnentag ist, so ist es geradezu irreführend, wenn man, um jenen ersten Teil der kopernikanischen Lehre durch Hinweis auf Tatsachen zu erläutern, etwa sagt, Kopernikus habe diese „tägliche“ Rotation der Erde angenommen, um das „tägliche Auf- und Untergehen der Sonne“ zu erklären. – Der zweite Teil der kopernikanischen Lehre endlich, die jährliche Translation um die Sonne, setzt die Vorstellung der Ekliptik voraus, deren Erwerbung, wie bereits eingangs [s. o. S. 6, 7] gesagt, erst auf Grund großer Vertrautheit mit den relativen Bewegungen von Sonne und Fixsternhimmel in bezug auf die Erde möglich ist.

Gibt man also zu, daß nicht eher an einen systematischen Unterricht der astronomischen Geographie gegangen werden kann, bevor der Schüler zu einer derartigen Erkenntnis der Vorgänge am Fixsternhimmel reif ist, – gibt man ferner zu, daß eine solche Erkenntnis ganz den Charakter des physikalischen Anschauungsunterrichtes haben muß – und nimmt man mit unserem Lehrplane an, daß für die Schüler unserer Gymnasien erst im dritten Schuljahre der Zeitpunkt gekommen sei, in welchem ein nicht mehr bloß naturhistorischer, sondern physikalischer Vorunterricht auf Erfolg zählen kann, so folgt, daß vom Standpunkte der naturwissenschaftlichen Didaktik die astronomische Geographie überhaupt erst in der III. Klasse, und zwar als ein Teil des physikalischen Unterrichtes zu beginnen wäre.

Zwar finde ich in verschiedenen Aufsätzen über den ersten Unterricht der mathematischen Geographie die Forderung gestellt, daß der Lehrer mit den Schülern Beobachtungen des Fixsternhimmels anstellen solle, um zum Begriffe des Nordpunktes, der Beziehung geographische Breite = Polhöhe usw. zu gelangen; und auch die [österr.] Instruktionen [von 1884] bezeichnen „die Einführung in die Betrachtung des Himmels“ durch einen „Unterricht im Freien“ als „kaum

zu entbehren“ – es wird allerdings nicht gesagt, ob im Geographie-Unterricht der I. oder erst der III. Klasse. – Ich muß aber gestehen, daß ich eine starke Skepsis nicht unterdrücken kann gegen die Möglichkeit eines solchen Unterrichtes im Freien schon in der ersten Klasse, mit zehn- oder elfjährigen Kindern [vgl. S. 151] und gegen die wirklichen Erfolge des Versuches (– ich weiß nicht, ob er überhaupt schon wirklich angestellt worden ist), auf eine ein- oder zweimalige Beobachtung des Fixsternhimmels den ganzen Kursus der mathematischen Geographie zu gründen, bevor sie noch irgendwie auf die physikalische Betrachtung von Naturtatsachen anderweitig eingeübt sind.

Gibt es nun einen Ausweg aus dem Dilemma, entweder die astronomische Geographie wirklich erst in der III. Klasse im Physikunterrichte – oder aber schon in der Geographie der I. Klasse mit Hintansetzung der natürlichen logischen und didaktischen Rücksichten zu beginnen? Die Lehrer der Geographie werden gegen jenen Aufschub ebenso lebhaft protestieren wie gegen die Zumutung dieses *sacrificium intellectus*.

Mir scheint aber in der Tat ein Ausweg sehr wohl möglich: nämlich der, daß man in der I. und II. Klasse einen **systematischen** Unterricht der astronomischen Geographie eben überhaupt nicht versucht, sondern sich auf diejenige möglichst eng begrenzte **Auswahl** von Tatsachen beschränkt, welche gerade notwendig und ausreichend ist, um die spezifisch geographischen Vorstellungen von der verschiedenen Beleuchtung und Erwärmung verschiedener Teile der Erdoberfläche zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten, also der Unterschiede der Tages- und Jahreszeiten in verschiedenen Zonen und deren klimatische Folgen zu begründen. Und zwar meine ich, daß diese Auswahl ausschließlich die **Sonnenbahn** und ihre **Lage gegen die Erdoberfläche** einzubeziehen, dagegen alle Beziehungen der Erde und Sonne zum Fixsternhimmel, und hiemit auch alles vorzeitige Reden von Achsendrehung und Umlauf um die Sonne von diesem ersten Unterricht fernzuhalten hat.“

Hiemit sind die obigen Fragen 1. und 2., und zwar in der Tat wesentlich negativ beantwortet: der Lehrstoff der „mathematischen“ Geographie ist für das erste Schuljahr so eingeschränkt, daß er im Vergleich zu den eingangs dieses § 5 geschilderten Martern der elfjährigen Kinder mit dem ihnen unverständlichen Gerede über „schiefe Stellung der Erdachse“, „Schattengrenzen auf der Erdkugel“ usf. quantitativ und – was viel wichtiger ist – qualitativ¹⁾ überhaupt fast gar nicht mehr ins Gewicht fällt – sondern daß er vielleicht manchem an die alte, schwere Kost gewöhnten

1) Über „qualitative Überbürdung“ vgl. Bd. I, S. 43 u. Bd. II, S. 104, Anm.

Geographielehrer¹⁾ zum „reinen Kinderspiel“ herabgewürdigt scheint. – Aber gemacht – es wird nun gelten, den von unverdaulicher Kost gesäuberten Lehrstoff so mannigfaltig und reizvoll zu gestalten²⁾, daß er Lehrer und Schüler das ganze Schuljahr hindurch in Atem hält. Ehe wir aber einen über dieses ganze erste Schuljahr sich erstreckenden Lehrgang entwerfen³⁾, diene als Lehrprobe die im folgenden erzählte Improvisation. Ihr Anlaß war die (unten in der Anmerkung erzählte) Unbeholfenheit eines Anfängers; sie wird aber nicht etwa als pädagogische Zufälligkeit oder Ausnahme am besten der Vergessenheit anheimzugeben sein, sondern sie mag uns lehrreich bleiben für den typischen Unterschied zwischen einem Unterricht, der sich aus dem bloßen Vor- und Nachsagen von trockenen Kalenderdaten, Stundenzahlen, Angaben von Morgen- und Abendweiten, Sonnenhöhen nach Winkelgraden u. dgl. m. zusammensetzt – und dagegen einer wirklichen Anleitung der Jugend, aus ihren eigenen, wenn auch noch höchst lückenhaften und einstweilen zusammenhanglosen Eindrücken und Erfahrungen ganz allmählich denjenigen

1) Vgl. in Bd. I. das Bedenken eines Mathematiklehrers „Wie soll man denn bei dieser Methode die vorgeschriebene Zahl Nichtgenügend zusammenbringen?“

2) Wie dagegen in der Hand des ungeübten Lehrers dieser Stoff so einschrumpfen kann, daß er nur mehr – eine halbe Schulstunde und sogar diese nur mehr dürftig füllt, haben ich und die Mitglieder des pädagogischen Seminars an der Universität Prag einmal zu unserer Überraschung bei einem Lehrauftritt eines der studierenden Seminarmitglieder am Altstädter Gymnasium erlebt. Es war an einem 5. Dezember mit 10- und 11jährigen Schülern einer ersten Gymnasialklasse gemäß dem damaligen Lehrplan zu besprechen, was sie von den Sonnenständen und ihrem Einflusse auf die Jahreszeiten bis dahin wissen konnten. Mit dem Kandidaten war der Stoff vorher besprochen und es war in allgemeinen Zügen vereinbart worden, wie er den Kindern didaktisch zu vermitteln sei. Bei der Lehrstunde selbst aber kam der Kandidat nicht hinaus über Fragen wie: „Um wieviel Uhr geht die Sonne am 21. März auf? Wann ist Sommersolstitium?“ u. dgl. m. – und nachdem diese Fragen sich 4 bis 5 mal wiederholt hatten, obwohl sie schon immer wieder richtig mit „6h früh“, „am 21. Juni“ usw. beantwortet waren, dem Kandidaten aber nun einmal keine neuen oder wenigstens irgendwie abgeänderte und auf Konkretes anwendende Fragen mehr einfielen, indes immer erst – die halbe Schulstunde herum war, mußte ich (das einzige Mal während aller vier Jahre meiner Leitung des Prager Seminars) schon nach kaum einer halben Stunde die Lehrprobe des Kandidaten für geschlossen erklären und, um nun doch die andere halbe Stunde auszufüllen, die Fortsetzung des Unterrichtes selber übernehmen; was in der oben als „Lehrprobe“ angedeuteten Weise geschah. [Welchen Eindruck dieses Erlebnis im Prager Seminar auf eines seiner Mitglieder machte, habe ich mit seinen Worten wiedergegeben im Heft 12 der IMUK, Österr. Delegation, Wien, Hölder 1912.]

3) Gegen Ende dieses § 5 (S. 50ff.).

Grundstock von Kenntnissen über die Beziehungen zwischen Sonne und Erde hervowachsen und fest werden zu lassen, der für die Geographie eines ersten Schuljahres notwendig und ausreichend sein mag.

Lehrprobe: Als der Kandidat mit seinem Abfragen über Äquinoktien, Solstitien usw. zu Ende war, fragte ich ohne Vermittlung: „Ich sehe heute auf dem Altstädter Ring [es ist der welthistorische Platz unter den Fenstern des in einem Palast untergebrachten Altstädter Gymnasiums gegenüber dem Prager Rathaus] eine Menge Marktbuden. Warum?“ Die Kinder sofort: „Es ist morgen Nikolo!“ – Ich: „Richtig! Was für ein Datum ist denn morgen?“ – „Der 6. Dezember.“ – „Und in einigen Wochen haben wir ein noch größeres Fest.“ – „Weihnachten!“ – „Wann ist Christbescherung?“ – „Am 24. Dezember.“ – „Und wann ist denn das Wintersolstitium, von dem wir früher gehört haben?“ Auf diese Frage nun (die erste, die wieder nicht in kindlicher Sprache gefaßt war, damit sich zeige, wieviel von den früheren ebenso fremdartig klingenden Wörtern vielleicht doch verstanden worden sei) waren zwei Formen der Antwort möglich: „Am 21. Dezember“ oder „Drei Tage vor dem Weihnachtsabend“. Der psychologisch differenzierende Lehrer fühlt sofort, daß die erstere eingeleierte Form pädagogisch nullwertig ist im Vergleich zur anderen, in der dasselbe Datum in Beziehung gesetzt wird zu einem Erlebnis des Kindes, das ihm schon wochenlang vorher mehr am Herzen liegt als alle Schulweisheit.

Es ergaben sich aber auch noch einige andere, auch mich wieder völlig überraschende Erfahrungen anlaßlich dieser improvisierten Halbstunde. Über die weitere Frage: „Und was für ein wichtiger Feiertag folgt denn dann auf Weihnachten?“ wurde zwar geantwortet „Neujahr!“ (was wohl hauptsächlich wieder nur deshalb so gut gewußt wurde, weil mit diesem Tage die Weihnachtsferien endigen); aber auf die Frage, Wieviele Tage sind zwischen Weihnachten und Neujahr? rieten einige auf 3, andere auf 10 Tage – kurz es zeigte sich, daß die uns Erwachsenen ganz selbstverständlich scheinenden Kalenderdaten nichts weniger als allen Knaben bekannt waren, geschweige denn, daß sich bei ihnen schon eine Art Augenmaß für die Zeitstrecken der Wochen, Monate und des Jahres ausgebildet hätte. Und doch setzen wir beim Reden vom 23. September, 21. Dezember, 21. März und 21. Juni sozusagen Anschauungsbilder von diesen Zeitstrecken gleich je einem Vierteljahre und von bestimmten Zeitpunkten als ihren Abgrenzungen wie eine selbstverständliche Sache voraus. Und wo nun diese „Sache“ noch so gar nicht sitzt, sind es eben wieder einmal nur leere Wörter – es ist Verbalismus statt Realismus auch in diesem vermeintlich so einfachen Stück Wirklichkeitsunterricht.

Auch noch eine andere Erfahrung schloß sich an jene Stunde an. Ich

hatte gefragt, wer etwa während der Ferienwoche zwischen Weihnachten und Neujahr Gelegenheit habe, die Sonne aufgehen zu sehen, und sich aufschreiben wolle, um wieviel Uhr das geschehe. Es wurden bald nach den Ferien ganz befriedigende Berichte darüber mitgeteilt. Als wir aber gegen Schluß des Universitäts-Wintersemesters, d. i. Mitte März, wieder auf diese Dinge zurückkamen, zeigten sie sich schon wieder als zum größten Teil vergessen. Es sei dies ausdrücklich angeführt, um vor sanguinischen Erwartungen zu warnen, daß auch bei einem auf Beobachtung zurückgehenden Unterricht über die scheinbar nächstliegenden Dinge diese schon nach ein- oder zweimaliger Erwähnung und Bearbeitung mit der erforderlichen Sicherheit sitzen. Dies aber kann gewiß wieder nur ein Grund sein oder werden, es eben nicht beim ein- oder zweimaligen „Erwähnen“ bewenden zu lassen, sondern die Geduld für ein zehnmaliges aufzubringen, natürlich unter immer neuen Wendungen und Anwendungen und Aufforderungen zu neuerlichem Beobachten; am wenigsten aber ein Grund, von dieser Methode des Bearbeitens der unmittelbar gegebenen Tatsache zurückzukehren zur Unmethode eines von vornherein auf dogmatischen Verbalismus angelegten Nachsagenlassens von Brocken aus dem unverstandenen kopernikanischen System oder auch nur aus dem unverstandenen Kalender.

Das hier als „Lehrprobe“ mitgeteilte Erlebnis mag auch sogleich dem Mißverständnis zuvorkommen, als ob die im folgenden empfohlenen „Sonnenbeobachtungen“ wirklich das schlechthin Erste sein müßten, von dem ein Lehrgang der astronomischen Geographie seinen Ausgang zu nehmen habe. Das Allererste sollen vielmehr hier (wie in jedem anderen guten Unterricht, der die „Formalstufe Vorbereitung“ nicht übersieht und überspringt) die vom Schüler schon mitgebrachten Erfahrungen sein, die – wenn auch noch so lücken- und sonst mangelhaft – dem Lehrer um so wertvoller sind, je weniger sie nach dem Schulzimmer schmecken. Z. B. Noch ehe irgendeine offizielle Definition von „Nord“ und „Süd“ ausgesprochen oder auch nur vorbereitet wurde, wird es unter den Schülern einige geben, die auf die Frage zu antworten wissen, ob ihre Wohnung Süd- oder Nordlage habe, und aus denen dann mit einiger Nachhilfe herauszufragen ist, welche Vorteile die Südlage vor der Nordlage habe. Hätte dabei ein Schüler schon den bestimmten Eindruck und die klare Einsicht, daß in ein Südzimmer die Sonne im Winter zu Mittag bis an die Hinterwand ihre Strahlen sendet und daß es in diesem Zimmer im Sommer doch nicht allzu heiß ist, weil dann die Sonne so hoch steht, daß ihre Strahlen kaum

am Fensterbrett vorbei können¹⁾, so wäre ein solches Wissen aus spontanen Erfahrungen dem Lehrer mehr wert als selbst das durch Versuche über die langen Mittagsschatten im Winter, die kurzen im Sommer, falls dieses nur an mehr oder minder künstlichen Schulapparaten erworben ist. Denn eine Hauptaufgabe und Hauptkunst bleibt es immer, einen Schul- und Schüler-versuch²⁾ wieder in das alltägliche Leben zurückzuübertragen – nachdem er womöglich auch schon durch dieses Leben, nicht erst durch den Lehrer, überhaupt angeregt war.

Jedenfalls wird der Unterricht der astronomischen Geographie sogleich von diesen allerersten Anfängen aus zur Kenntnis zu nehmen haben, was der so lange auf recht brillante Schulversuche stolz gewesene Physikunterricht erst in den jüngsten Jahren als didaktischen Fortschritt über diese Schulversuche hinaus eingesehen und in seiner Praxis zu verwirklichen angefangen hat. Es mag aber gerade auch den Lehrer der Geographie wieder versöhnen mit der Forderung, schon im allerersten Schuljahr, also noch einige Jahre vor dem primitivsten physikalischen Unterricht, es nicht grundsätzlich anders anzufangen, als es jeder sog. naturwissenschaftliche Unterricht macht. Wie sehr und wie lange in jedem solchen die „Wissenschaft“ warten kann und muß, damit die „Natur“ dem Kinde und Knaben nahe gebracht werde, haben fast alle Bände dieser Sammlung, jeder in seiner Art, darzustellen, und es soll davon hier nicht allzuviel vorweggenommen werden. Vielleicht aber darf dieser erste unter den Bänden, die dem Wirklichkeitsunterricht gewidmet sind, für alles, was wir für einen solchen hoffen, ein günstiges Vorurteil erwecken, wenn wir versichern, jedem Lehrer dankbar zu sein, der in seiner Praxis die Stoffwahl noch bescheidener, die Darbietung noch einfacher zu gestalten weiß, als es schon die folgenden Vorschläge speziell für den Lehrgang im ersten Jahr astronomischer Geographie in Aussicht genommen hatten. Hierüber sagte V. 1889:

1) Natürlich wird der Lehrer, der selber auf solche Dinge achtet, noch zahlreiche ähnliche Erfahrungen aus den Schülern herauszufragen wissen, z. B.: Ob auch in ein Nordzimmer die Sonne scheint? – Antwort: Ja, aber nur im Sommerhalbjahr früh und abends – was wieder beträchtlich später zur Präzisierung auffordert, um wieviel Uhr die Sonne die durch OW gehende Vertikalebene durchschneidet u. dgl. m.

2) Über Schülerversuche vgl. auch die Bemerkungen S. 233.

„Den Anfang eines solchen Lehrganges müßte eine Anleitung bilden, welche die Schüler veranlaßt, selbst bei jeder günstigen Gelegenheit die Sonnenstände zu beobachten und aus den Schattenlängen und -richtungen abzuleiten: zuerst in denjenigen sehr beiläufigen Annäherungen, wie sie sich bei Ausschluß aller besonderen Vorrichtungen ergeben — indem z. B. jeder fleißig seinen eigenen Schatten beobachtet — später unter allmählicher Verwendung derjenigen einfachen Hilfsmittel zu eigentlichen Messungen, von denen BÖTTCHER¹⁾ eine große Mannigfaltigkeit sehr zweckmäßiger und zum Teil durch die Schüler selbst jeden Augenblick leicht herzustellender angeführt hat. — Gesetzt, es würde mit solchen gelegentlichen Übungen gleich zu Beginn des Schuljahres²⁾ um den 20. September, also einige Tage vor dem Herbstäquinoktium in der I. Klasse der Anfang gemacht, und es würden diese Übungen während jener Zeit des ersten Unterrichtes fortgesetzt, der nach den Instruktionen „mit den Elementen beginnen“ soll, „welche das Landschaftsbild der Umgebung zusammensetzen und zugleich auch die Elemente des Faches bilden“, so könnten noch vor dem Wintersolstitium folgende beide Hauptvorstellungen betreffs des Sonnenlaufs dem Schüler so zum Eigentum geworden sein, wie es eben nur bei eigener Anschauung zu erreichen ist: 1. Die Lage des **Himmelsäquators**, der für diese Stufe zu definieren wäre als derjenige größte Kreis am Himmel, in dem sich am 23. September die Sonne bewegt hat (er geht durch Ost- und Westpunkt und seine höchste Stelle liegt z. B. für Wien 42° [= $90^\circ - 48^\circ$] über dem Südpunkte). 2. Die **Bahnen der Sonne** an den späteren Tagen sind dem **Himmelsäquator** parallel, liegen aber mehr gegen Süden — daher das **Kürzerwerden der Tagesbogen** und die **geringere Höhe der Sonne am Mittag** — und als weitere Folge dieser zwei Umstände das bevorstehende Hereinbrechen des Winters. — Sobald nun die Vorstellung der Sonnenbahnen für verschiedene Tage als paralleler Kreise aus den Beobachtungen gewonnen ist, wird sie aber auch schon infolge einer sofort sich aufdrängenden Reflexion verlassen und gegen eine zutreffendere vertauscht werden müssen: denn wie käme die Sonne aus einem dieser Kreise in den nächsten — durch einen Sprung, etwa bei Nacht?

1) Hoffmanns Ztschr. f. d. math. u. naturw. Unterr. 1885 (vgl. o. S. 33 Anm. und u. S. 138). — Über verschiedene Vorrichtungen und Methoden zu Sonnenbeobachtungen in späteren Jahrgängen s. S. 137–146, auch S. 231.

2) Das Schuljahr in Österreich läuft vom 15. September bis 15. Juli. — Natürlich werden für andere Abgrenzungen auch etwas andere Lehrgänge nötig werden — immer aber unter Ausgehen von jenen vier Haupttagen (vom Lehrer gleichsam wie „astronomische Festtage“ dem Schüler jedesmal neu zu Gemüte zu führen): 21. März, 21. Juni, 23. September, 22. Dezember (wobei die vom Kalender manchmal angegebenen Abweichungen 20. März, 22. Juni usf. schon wieder nicht so leicht klar zu machen sind).

Die einzelnen Stücke der Sonnenbahn gehören vielmehr zu einer zusammenhängenden krummen Linie, die wir am richtigsten als eine **Schraubenlinie**¹⁾ bezeichnen. Auf diese Vorstellung haben alle Beobachtungen einzelner Sonnenstände hinzulenken, und diese Vorstellung ist im ferneren mit vollster Anschaulichkeit festzuhalten und in immer genaueren Einzelheiten auszuarbeiten.

Von der Anwendung irgendwelcher Apparate (ausgenommen die etwa den Schattenbeobachtungen dienenden), wie Tellurien und Armillarsphären²⁾ war natürlich bisher nicht die Rede — auch nicht vom Globus; denn noch hat sich, wie wir annehmen, die Beobachtung und Besprechung nicht über das hinaus erstreckt, was die unmittelbare Um-

1) Als ich 1889 für die „Schraubenlinie“ obiges Argument „durch einen Sprung, etwa bei Nacht?“ mit diesen wenigen Worten vorbrachte, konnte ich nicht ahnen, daß sich dann an diese harmlose Beschreibung und Begründung der nun mehr als zwanzigjährige Krieg um die „Schraubenbahn der Sonne“ knüpfen werde, zu dessen baldiger Beendigung — hoffentlich nicht neuer Entfachung — das unten im § 8 S. 100ff., Ausgeführte dienen möge.

2) Dazu im V. 1889 die Anm.: „Wird der Unterricht in der mathematischen Geographie in der hier vorgeschlagenen Weise erteilt, so wird nicht nur das Tellurium, sondern auch die Armillarsphäre aus den untern Klassen verbannt werden dürfen“ — Leider findet sich das Tellurium nun doch wieder auch noch 1911 im Normalverzeichnis der Wiener städtischen Bürgerschulen.

In demselben Sinne sagt Dr. PAUL SCHLEE in dem Heft „Schülerübungen in der elementaren Astronomie“ (B. G. Teubner 1903, Sammlung von Schmeil und B. Schmidt): „Nirgends tritt vielleicht die Entfremdung des heutigen Kulturmenschen von der Natur klarer zutage als in der Himmelskunde. Das wird vielfach beklagt, und man ist eifrig bemüht, durch recht anschaulichen Unterricht Verständnis für die Vorgänge am Himmel zu erschließen. Eines wird dabei aber, wie mir scheint, trotz der dringlichsten Mahnungen DIESTERWEGS und anderer, nicht genügend beachtet: daß die empfohlenen Demonstrationen an Abbildungen, Tellurien und Armillarsphären auch nur Surrogate sind und daß wir den besten Quell der Anschauung in den himmlischen Dingen selbst besitzen. Nur beim Trunk aus diesem Quell kann ein innigeres Verhältnis zum Gegenstand des Unterrichtes entstehen. Viel kälter läßt es doch den Schüler, wenn nur an Drahtkreisen der Wechsel der Jahreszeiten demonstriert wird, als wenn er selbst die täglich wachsenden Sonnenhöhen mißt und so vom schneeigen Winter zum grünen Mai zugleich mit dem Erwachen der Natur das Aufsteigen des belebenden Gestirns verfolgt. Im Schulzimmer drehen sich nur Holzkugeln; wie anders wird das Gemüt des Kindes ergriffen, wenn es den ewigen Umschwung des glitzernden Firmamentes selbst beobachtet.“

Nun ist es ja richtig, daß sich auf diesem Gebiete dem Unterricht an der Natur selbst größere Schwierigkeiten verschiedener Art entgegenstellen, als es anderswo der Fall ist. Aber ich glaube, daß sie nicht so groß sind, um uns zum Verzicht zu nötigen. Statt jedoch weitere allgemeine Erörterungen hierüber anzustellen, möchte ich einige Worte über die einfachen Beobachtungen und praktischen Übungen sagen, welche mir besonders geeignet erscheinen.“

Wir kommen auf diese speziellen Vorschläge unten (§ 8) zurück.

gebung an geographischen Anschauungen darbietet. — Darüber nun, wie bald der übrige Geographie-Unterricht über diese engen räumlichen Grenzen hinausgehen zu müssen glaubt, maße ich mir keinerlei Urteil an; die astronomische Geographie aber sollte sich nach meiner Überzeugung immerhin das ganze erste Schuljahr hindurch damit begnügen, die Vorstellungen 1. von der gegenseitigen Lage der Teile der Sonnenbahn und 2. von der Lage der Sonnenbahn zum Horizont des Heimortortes auszubilden und zu verarbeiten. Denn erst im Verlaufe eines ganzen Jahres hat der Schüler die ganze Schraubenbahn wirklich gesehen, deren charakteristische Form nach dem ersten Vierteljahre allerdings schon hatte vermutet werden können.“ [Die im V. 1889 unmittelbar folgenden Worte „Ebenso hätte dann das ganze zweite Schuljahr“ usf., welche unten (S. 68 ff.) folgen, mögen allenfalls sogleich hier verglichen werden, da es sich eben schon jetzt um die Abgrenzung des Stoffes des ersten gegen den des zweiten Jahrganges handelt.]

Eine so radikale Einschränkung der Aufgaben einer „mathematischen Geographie“ des ersten Jahrganges gerade nur mehr auf die Stellungen der Sonne (nicht auch der Sterne) zum Horizont der Heimat (nicht auch der fremden Horizonte), setzt aber allerdings bestimmte Überzeugungen allgemeineren Inhalts voraus, nämlich die den Unterricht der Geographie überhaupt, nicht erst der „mathematischen“, betreffende Stellungnahme, ob diese Geographie des ersten Jahrganges nur Heimatkunde, oder doch noch mehr, z. B. eine erste Kunde auch von der „Verteilung des Festen und Flüssigen auf der gesamten Erdoberfläche“, sein solle. Leider aber scheint diese allgemeinere Lehrstofffrage für den ersten Jahrgang nichts weniger als geklärt. Es wird dem III. Bd. dieser Didaktischen Handbücher vorbehalten bleiben, Übersicht zu halten über Zahl und Gewicht der Stimmen, die mehr oder minder ausschließlich einer **Beschränkung auf Heimatkunde im ersten Jahrgang** das Wort reden, und sie abzuwägen gegen jene, die die Heimatkunde schon in der Volksschule der Hauptsache nach erledigt wissen wollen oder erledigt glauben, und der Mittelschule vielmehr ein recht baldiges Vordringen auch zu den fernsten Teilen der Erde wünschen. Behufs Entscheidung zwischen solchen extremen Stoffbestimmungen von verschiedenen allgemeineren Standpunkten „physischer Geographie“ dürften sich doch aus folgenden allgemeinsten Grundsätzen alles realistischen Unterrichtes auch innerhalb des relativ kleinen und speziellen Teilgebietes der „mathematischen“ Geographie Gründe für ein

möglichst langes Verweilen bei einer um so intensiveren **Heimatskunde** ergeben, die dann für den übrigen Geographieunterricht vorbildlich werden können:

Schon nach allgemein anerkannten Grundsätzen jedes gesunden **realistischen**, jedes wirklichen Anschauungsunterrichtes kann es ja nur vor allem die Heimat sein, die dem Schüler, ebenso wie in dem Gebiete der **Erdoberfläche**, auch in dem Stück **sichtbaren Himmelsgewölbes** und den an ihm wandelnden Himmelslichtern bis zu bestimmtem Maße vertraut sein muß, wenn alle weiteren durch Schilderungen, Karten usw. ferner Länder und Meere zu vermittelnden Vorstellungsbilder die unentbehrlichen gegenständlichen und psychologischen Ausgangs- und Anknüpfungspunkte finden sollen. Wie also z. B. alle übrige Geographie es sich nicht entgehen lassen darf, den Blick des Kindes zu öffnen für alles, was der Boden der Heimat an nur halbwegs Charakteristischem von Hügeln, Bergen, Wasserläufen, Pflanzendecken usw. darbietet, damit dann die fremden Gebilde derselben Gattung wenigstens „indirekt vorgestellt“¹⁾ werden können (nämlich mittels jenes wohlbekannten einen Vergleichungsgliedes und der Ähnlichkeits-, bzw. Verschiedenheits-Relation), so darf es auch das Stück sichtbaren **Himmels** beanspruchen, vom Schüler als ein Stück seiner **Heimat** gekannt und als solches gleichsam gefühlt zu werden. Es wird von der Güte des **ganzen** geographischen Unterrichtes abhängen, ob auch dieser Teil, der sich dem nach aufwärts gewandten Blick darbietet, seinen rechten Platz in dem Ganzen eines gesunden realistischen Unterrichtes gefunden hat.

Aber auch die Geographie als Ganzes ist ja wirklich nicht erst von da ab, wo sie auf Globen Gradnetze zeichnet, sondern lange vorher und in weit anspruchsloserer und doch eindrucksvollerer

1) Vom Begriff des „indirekten Vorstellens“ war gelegentlich schon in Bd. I mehrmals Gebrauch gemacht worden; denn schon das Konstruieren oder Berechnen weiterer Bestimmungsstücke aus den gegebenen fällt unter diesen allgemeinen, überaus weittragenden Begriff der ganzen Psychologie und Logik (vgl. meine Logik § 26 über „Relative Begriffe“). Überall, wo ich von etwas keine „direkte“, namentlich keine anschauliche Wahrnehmungsvorstellung habe, sondern auf Grund einer solchen nur mittels Gleichheits-, Ähnlichkeits-, auch Zusammenhangs- (z. B. Kausal-) Relationen mir einen zweiten Gegenstand vorstellig mache, ist dieses zunächst nur ein indirektes Vorstellen. Immerhin können sich an dieses wieder nachmals anschauliche Vorstellungen von diesem Gegenstande schließen, die eben nur noch keine Anschauungen sind.

Weise an einer Erkenntnis des Himmels über der Heimat interessiert: Nicht nur für die allseitige **Beschreibung** des sichtbaren Irdischen gehen sie Sonne und Sterne an, sondern auch für die handgreiflichsten Kausalzusammenhänge, nämlich als **Erklärung von Beleuchtung und Erwärmung aus den Sonnenständen**.

Hiermit stehen wir an dem Punkt, von dem aus eine Verständigung darüber, was von der einstigen gefürchteten mathematischen Geographie für Zehn- und Elfjährige jedenfalls entbehrlich und was dagegen für einen Anfangsunterricht der Geographie wirklich notwendig und ausreichend ist, füglich am überzeugendsten anzubahnen sein müßte. Gewiß gibt es auch schon für eine allererste Geographie kaum eine näherliegende und wichtigere Aufgabe, als das Kind auf die Tatsachen des Wechsels der Jahreszeiten recht vielseitig aufmerksam zu machen und über ihre Ursachen aufzuklären. Es war nun ein seltsamer Wahn, der — man muß es leider sagen — schwere Unklarheiten, ja Unwissenheiten über Grundtatsachen der Mechanik (in Sachen der relativen Bewegung) und der sonstigen Physik (Unabhängigkeit der Licht- und Wärmestrahlung von relativer oder absoluter Bewegung¹⁾) verrät, wenn die Vertreter und Verteidiger des Vorwegnehmens der heliozentrischen Lehren gemeint haben, dieses Systems wirklich zu bedürfen, um Kindern begreiflich zu machen, warum es zur Zeit der längsten Tage heiß, der kürzesten kalt ist. Man gerät fast in Verlegenheit, wie man die Gegenstände gegen solche vorgefaßte Ansichten fassen soll, damit sie nicht selbst wieder Trivialitäten werden. Der im übrigen unwissendste Bauer weiß, daß die Sonne im Sommer $\frac{2}{3}$ des Tages, im Winter nur $\frac{1}{3}$ „scheint“ und daß sie mittags im Sommer sehr hoch, im Winter sehr tief steht. Eben das weiß auch das Kind (das z. B. im Winter vor dem Schulgehen um 8^h noch Kerzenlicht braucht — im Sommer um 9^h bei lichtem Tag schlafen geht), sobald man es nur aufmerksam gemacht hat, daß es hier überhaupt etwas zu bemerken, zu wissen und zu merken gibt; und es wußte es auch ebenso der Ackersmann, der Hirte vor 2000 und 5000 Jahren. Hat nun in diese allerprimitivste Kenntnis primitiver Menschen die kopernikanische Lehre von der Rotation und Revolution der Erde erst ein neues Licht bringen müssen oder auch nur können? Verstehe ich die Tatsache, daß im März

1) An Feinheiten wie Aberration, Lichtdruck u. dgl. (oder gar an die ganze neueste Relativitätstheorie) ist ja hier nicht im entferntesten zu denken.

und September Beleuchtung und Erwärmung einen mittleren Stärkegrad haben, erst dann, wenn ich weiß, daß eigentlich nicht „die Sonne aufgeht“, sondern daß sich der Horizont meiner Heimat ihr entgegendreht? – Doch genug der Worte über eine Sache, über die man doch nicht mehr erst sollte Worte verlieren müssen. Wer also je 7–13jährige Schulkinder hat martern zu müssen geglaubt mit Dogmen über Schiefe der Erdachse, Schatten-grenzen u. dgl. m., um ihnen – „nichts als dieses“ zu „erklären“, hat nicht nur jene Unklarheiten verraten, was am Ende nur sein eigener Schaden wäre; sondern das empfindlichste an dem Schaden, den er didaktisch angerichtet hat, war das, daß er durch jene vermeintlich höhere Weisheit seine Schüler von dem unbefangenen Merken auf die Tatsachen der Beleuchtung und Erwärmung grundsätzlich abgelenkt und sie also alles in allem geradezu – verdummt hat. Genug davon...

Aber auch noch eine andere angebliche Schwierigkeit bleibt zu entkräften, die sich der Anwendung des „Wir können warten“ auf das heliozentrische System des KOPERNIKUS im ersten Unterricht der Geographie nur zu oft entgegenstellt. Sie lautet: „Man kann Schülern einer ersten Mittelschulklasse doch nicht mehr von einem ‘Auf- und Untergehen der Sonne’ sprechen, da sie schon in der Volksschule gelernt haben, daß ja nicht die Sonne, sondern die Erde sich bewegt. Der Lehrer gäbe sich ja eine Blöße in den Augen der Schüler, wenn er nochmals auf das falsche Ptolemäische System zurückginge, nachdem den Kindern doch einmal schon das richtige Kopperrnikanische beigebracht worden war.“

Gleichviel ob das ein Einwand¹⁾ ist, den nur überzeugte Anhänger der dogmatischen Methode konstruieren, um das Durchdringen der nicht dogmatischen, auf die Beobachtungen des Schülers selbst bauenden noch eine Zeitlang aufzuhalten – oder ob sich ein schon überzeugter Anhänger des Ausgehens von den scheinbaren Bewegungen, allenfalls auf naseweise Zwischenfragen eines Schülers, in ernstliche Verlegenheit gesetzt sah: immerhin wird der Lehrer gut tun, einem solchen gelegentlichen Einwande (der auch beim Schüler wieder entweder eine bloße Zinsgroschenfrage sein könnte oder wirklich ernstgemeint sein kann) nicht unvorbereitet gegenüberzustehen. Je ehrlicher der vorzeitig über

1) Er ist mir nach dem V. 1889 mehrmals seitens angesehener Lehrer der Geographie (und auch einem Astronomielehrer) entgegengehalten worden – doch scheint es heute kaum mehr nötig, auf das Einzelne jener Kämpfe einzugehen. Mit Freude und Dankbarkeit habe ich später in denselben Zeitschriften meinen Namen unter denjenigen genannt gefunden, die der ungesunden alten Tradition allmählich zum – Vergessenwerden geholfen haben.

die „Wirklichkeit“ aufgeklärte Schüler auf dieser gegenüber dem „Schein“ besteht, umso weniger würde es verfangen, solche Einwendungen nur irgendwie brüsk abzuweisen („Was ihr in der Volksschule von wirklichen Bewegungen gelernt habt, geht mich nichts an, wir lernen heuer nun einmal nur die scheinbaren Bewegungen“) – oder auch nicht brüsk, aber doch allzu ernsthaft und wieder, wenn auch nach anderer Richtung dogmatisch und für die Ohren des kleinen Schülers unverständlich und daher ebenfalls unwirksam: „Ehe wir zur Erklärung der Erscheinung aus den wirklichen Bewegungen übergehen, müssen wir die genaue Beschreibung der scheinbaren Bewegungen kennen gelernt haben“ usf. Sondern nach altbewährtem sokratischen Rezept wird der Lehrer diesen besserwissenden Schüler vor allem das Ganze seiner vermeintlichen Weisheit möglichst vollständig auskramen lassen, und wenn dieser damit früher zu Ende ist, als er selber geglaubt hatte, dieses vermeintliche Betterwissen noch durch ein paar Fragen als ein im Grunde Nichtswissen dem Frager und seinen Kameraden fühlbar machen. Also etwa: „Ganz richtig, ich habe auch schon gehört, daß sich eigentlich die Erde dreht; zeig’ uns also (und dabei gibt der Lehrer dem Schüler allenfalls einen Stock behufs Veranschaulichung der Erdachse in die Hand), in welcher Richtung denn diese Achse der Umdrehung liegt, usw.“ Sollte dann die angelernte Volksschulweisheit sogar so weit gehen, daß die Kinder noch etwas vom Polarstern, Himmelspolen u. dgl. m. zu reden anfangen, so strecke nun der kleine Astronom seinen Arm (oder den Stock) nach der Lage des wirklichen Polarsternes in bezug auf das Schulzimmer aus. Auch muß er ja, wenn er mit diesen Worten von „Achsendrehung der Erde“ u. dgl. wirkliche Anschauungen verbindet, mit seinen beiden Armen den Drehungssinn vor Augen zu führen imstande sein – wogegen wir bloßes Reden davon, daß die Drehung von West (über Süd) nach Ost gehe, nicht als voll gelten lassen würden. Doch sehr wahrscheinlich ist ja der kleine Betterwisser schon lange vorher verstummt; denn zu solchen Anschauungen für das geistige Auge hat ja wohl der bestgemeinte und beste Volksschulunterricht die 6–10-jährigen Kinder weder führen können noch wollen. Auch ohne alles Mißtrauen gegen die didaktische Kunst der Volksschullehrer darf man solches Mißtrauen gegen den Intellekt von Volksschulkindern wohl hegen, wenn man, auf Grund eines von Anfang der Mittelschule wirklich methodisch geführten Unterrichtes der astronomischen Geographie, es nur einmal wirklich probiert hat, wie schwierig ein solches Öffnen und Kräftigen des geistigen Auges 14jähriger und noch älterer Schüler für die ins Grandiose gehenden Raumbilder der Koppernikanischen Lehre ist; worüber näheres in der Didaktik des 13. und 14. Lebensjahres (S. 191 ff.).

Sollte übrigens einmal sich zur Überraschung des Lehrers herausstellen, daß ein kleiner Zehnjähriger wirklich auf was immer für einem

besonderen Weg — sei es durch den Volksschulunterricht, sei es durch eine sachkundige häusliche Unterweisung (die in diesen Dingen ja doch wohl nur einen äußersten Ausnahmefall bilden wird) — zu einem wirklichen Wissen und Verstehen der in der Regel einem viel erfahreneren Alter vorbehaltenen Lehre von der Umdrehung der Erde um ihre Achse und ihrem Umlauf um die Sonne gekommen ist — nun, so wird natürlich der Lehrer einem solchen Ausnahmsschüler nicht irgendwie die Freude dieses seines wirklichen Besserwissens verderben, sondern mit ihm unter vier Augen über die Sache weitersprechen — und auch dann gewiß noch genug Lücken dieses Wissens bei dem Knaben aufdecken, aber sie auch jetzt nicht alle allzuschnell ausfüllen. Doch ein solcher Fall trüge alle Merkmale der seltenen Ausnahme allzu deutlich an sich, als daß ein auf Nicht-Wunderkinder berechneter regelmäßiger Schulunterricht sich auch nur im entferntesten aus seinen wohlüberlegten regelmäßigen Bahnen ablenken zu lassen braucht. Und wäre ein Rat an die Volksschule hier am Platze, so könnte er nur so lauten: Sie möge doch vor allem ebenfalls mit jenem bescheidenen vorkopernikanischen Lehrgang, den wir für die Mittelschule zu einer wohlbegründeten Regel machen wollen, es auch mit ihren noch viel weniger reifen Schülern nur erst einmal versuchen. — Übrigens ist aufs wärmste anzuerkennen, daß man oft genug gerade diesen Lehrgang eben von Volks-, Bürgerschul- und Seminarlehrern¹⁾ mit Verständnis, ja Begeisterung als den didaktisch einzig möglichen empfehlen hört und mit Erfolg beschreiten sieht; sie sind auch hierin²⁾ den Mittelschullehrern mit gutem Beispiel zum Teil vorangegangen.

Dürften wir nun nach allen vorstehenden grundsätzlichen Erörterungen annehmen, daß durch sie — oder auch schon vor ihnen — wenigstens ein Teil der Lehrer überzeugt sei von der didaktischen Zweckmäßigkeit und Durchführbarkeit der oben S. 25 mitgeteilten Bemessung und Anordnung des Stoffes für den ersten Jahrgang, so wird es für die wirklich praktische Durchführung

1) Ich brauche nur zu erinnern an das für seine Zeit bahnbrechende Buch von DIESTERWEG (in 11. Aufl. 1890 neu bearbeitet von WILHELM MEYER, unter Mitwirkung von Direktor B. SCHWALBE — als „Populäre Himmelskunde“ noch heute sehr empfehlenswert, im methodischen Gang aber, z. B. infolge der allzu reichlichen Häufung von Definitionen gleich zu Beginn, kaum mehr schlechthin mustergültig). — Ferner „Beobachtungen, Fragen und Aufgaben aus dem Gebiet der elementaren astronomischen Geographie“ von GUSTAV RUSCH und ANTON WOLLENSACK; zweite Aufl. Wien 1894. Ebenso das schon im § 2 angeführte Büchlein von PICK.

2) Vgl. in Bd. I, S. 55 u. a. die Meinungsverschiedenheit zwischen SIMON und mir über die „Elementarlehrer“.

dieses Planes nur noch weniger Ratschläge im einzelnen¹⁾ bedürfen (die dann unten, S. 58–66, nach den einzelnen Punkten vorstehender Forderung gegliedert, für den praktischen Gebrauch folgen mögen). Vorher aber noch eine grundsätzliche Bemerkung über „Ziele und Wege“ dieses ganzen Lehrganges, der ja für alle späteren Jahrgänge richtunggebend, vielleicht entscheidend ist:

Die Endaufgabe für diesen ersten Jahrgang ist ausgesprochen in den Worten „Zusammenfassen der Einzelbeobachtungen zum anschaulichen Bild von der Schraubenbahn der Sonne“. Es sind also „Einzelbeobachtungen“ vorausgesetzt, und als Schluß ein „anschauliches Bild“ von dem Ganzen aller während des Schuljahres wirklich beobachteten und durch die Raumphantasie ergänzten einzelnen Sonnenörter am Tageshimmel (nur in bezug auf den Horizont der Heimat, nicht wie erst im dritten Jahrgang in bezug auf den Fixsternhimmel) verlangt.

Ist nun aber nicht etwa beides, die „Einzelbeobachtung“ wie die „Zusammenfassung“, für eine erste Schulklasse doch wieder zu viel verlangt? Sicher nicht, wenn diese Forderungen von vornherein im Sinne der Schule und mit Rücksicht auf die Altersstufe der Schüler genommen werden. Kein Lehrer wird ja, indem er elfjährige Knaben aufmerksam macht, daß während der Vormittagsstunden die Sonne z. B. in ein gegen Süden gelegenes Schulzimmer von links, nachmittags von rechts hereinschaut und mittags einen höchsten Stand erreicht, schon jetzt diese Beobachtungen quantitativ so zuschärfen wollen, wie ein Astronom, der Azimut und Höhe von seinen Teilkreisen abgelesen hat. Aber auch schon die quantitativ unvollkommensten Beobachtungen wirklicher Sonnenstände, meist nur nach den Lichtstreifen, die ins Zimmer fallen, viel seltener durch direktes Aufschauen zur Sonne²⁾, dafür um so häufiger nach Schattenbeobachtungen verschiedener Art (des Fensterkreuzes, später an Gnomon-ähnlichen Vorrichtungen, die sich der Schüler selbst anfertigt, vgl. S. 138ff), sind doch schon unendlich mehr als das landläufige Sichnichtbekümmern um die Stel-

1) Leider muß ein anderer Teil spezieller Bemerkungen zu obigem Wortlaut des gegenwärtigen Planes polemische Form annehmen und sei auf § 8 (S. 100ff.) verspart.

2) Über die schon aus hygienischen Gründen selbstverständlichen Beschränkungen dieses „Aufschauens“ (geschweige „Hineinschauens“) vgl. in § 8, S. 114.

lungen der Sonne zum Schul- und Wohnhaus und zu den wohlbekannten Türmen der Stadt, Hügelgipfeln der Umgegend usw. – Oder sind denn auch nur diese allerrohesten „Einzelbeobachtungen“ in unseren Schulen eingelebt – gehörten sie bisher schon sozusagen zum Stil des Geographieunterrichtes? Vor 20 Jahren waren sie es jedenfalls noch nicht.

Dann aber die „Zusammenfassung der Einzelbeobachtungen zum anschaulichen Bild von der Schraubenbahn der Sonne“. Daß diese Zusammenfassung „gegen Ende des Schuljahres“ geschehen soll, versteht sich insofern von selbst, als man einerseits nicht zusammenfassen könnte, was man nicht einzeln erworben hätte, und als man andererseits auch nicht Einzelbeobachtungen, die über ein ganzes Jahr verteilt waren, zu Ende des Jahres auseinanderflattern und vergessen werden läßt, als wären sie nie erworben worden. Aber jene Weisung wäre auch völlig mißverstanden, wenn man durch diese erste Zusammenfassung am Ende des ersten Jahres überhaupt alle für den gegenwärtigen Geographie- und den künftigen Astronomieunterricht zu leistende Arbeit sogleich im ersten Anlauf ein für allemal tun zu müssen und getan zu haben vermeinte. Vielmehr weiß der Lehrer, u. zw. auf Grund von Kenntnissen, die nach jeder Richtung weit hinausgehen über das, was er den elfjährigen Kindern fürs erste als Zusammenfassung bieten will, daß diese „Schraubenbahn“ ein gar kompliziertes Gebilde¹⁾ ist und daß für einen ersten Jahrgang ein ehrliches Stück Arbeit auch schon dann geleistet sein wird, wenn das „anschauliche Bild von der Schraubenbahn“ einstweilen so roh²⁾ ist, wie die von Kindern und Wilden gezeichneten „Bilder“ von was immer für anderen Dingen der sichtbaren Umgebung. Aber freuen wir uns darum nicht einer solchen Kinderzeichnung, wenn sie auch nur einige der charakteristischen Züge ihres Gegenstandes festzuhalten vermocht hat? Und warum sollten wir einem Knaben, der um Weihnachten die Sonne einen kurzen, niedrig gelegenen Bogen über dem Südhorizont hat beschreiben sehen (hier im direkten Anblick der Sonne, die matt durch die Winternebel schimmert) – der sie dann im Jänner einen wenig, im Februar schon einen höher, im

1) Die Gleichung dieser Raumkurve (vgl. S. 120) ableiten zu lassen, kann im vorletzten oder letzten Jahrgang der Mittelschule ein nicht ganz gewöhnliches Übungsbeispiel zur analytischen Geometrie abgeben.

2) Wir kommen auf diese „Roheit“ in § 8, S. 130 noch einmal zurück.

März einen ausgiebig höher gelegenen Bogen, diesmal vom Ostpunkt bis zum Westpunkt, hat beschreiben sehen, und der die von diesem Viertel der ganzen Jahresbahn gewonnenen, wenn auch noch so beiläufigen Bilder für das zweite Vierteljahr bis Juni richtig an den Tageshimmel zu übertragen weiß, also sie an schon vorausgesehenen Orten wiederfindet – der überdies solche Beobachtungen während der Sommerferien bis zum September fortzusetzen angeleitet war: warum sollten wir einem solchen Schüler nicht den Besitz eines „anschaulichen Bildes von der jährlichen Sonnenbahn über seinem Horizont“ zubilligen? Quantitativ roh wird es ja auf alle Fälle sein, selbst wenn schon recht gute Einzelbeobachtungen an einem improvisierten Gnomon von ihm gemacht worden sein sollten. Denn noch besitzt er ja lange nicht die mathematischen Mittel, die gemessenen Längen der Schatten und ihre Winkel mit der Mittagslinie an den Himmel zu projizieren. Aber ist es nicht aus mehr als einem Grunde didaktisch wünschenswert, ja geboten, allen Rechnungen solcher Art, wie sie günstigenfalls in viel späteren Jahrgängen gemacht werden, schon so früh als möglich kunstlose Beobachtungen, oder wenigstens Beachtungen der viel später zu berechnenden Erscheinungen vorzuschicken?

Sehr möglich und wahrscheinlich, daß bei solchen allerersten Beobachtungen der Tagbogen es dem Schüler nicht ganz aus eigenem auflele, wie die Bogen je zweier aufeinanderfolgender Tage oder Wochen um die Zeit der Sonnenwenden wenig, um die Zeit der Tag- und Nachtgleichen weit voneinander abstehen. Wird aber ein geschickter Hinweis seitens des Lehrers nicht auch schon für solche etwas feinere Einzelheiten der zusammenhängenden Bahn der Sonne den Blick vorzubereiten, vielleicht auch schon ein wenig zu öffnen vermögen? Daß der Tag um die Zeit, für die der Kalender Frühlingsanfang verkündet, erfreulich rasch zunimmt, gegen Schuljahrbeginn (bei uns Mitte September) bedauerlich rasch abnimmt – daß, wenn wir uns um Weihnachten über den „zunehmenden Tag“ freuen, es damit doch bis gegen Dreikönig nicht recht vorwärts will („Wie die Mücke gähnen mag – wie der Hirsch springen mag“, schildert der Volksmund diese Zeitmaße): all das geht doch nicht mehr über den Horizont auch erst Elfjähriger, denen wir ja doch sonst eine manchmal erschreckende geometrische (und anderweitige) Gelehrsamkeit zutrauen.

Aber noch einmal: Das Verdichten all dieser Einzelbeobachtungen und das Verfeinern und Kräftigen der schließlich anschaulichen Vorstellung von der zusammenhängenden Bahn, die im Laufe

eines Jahres die Sonne in bezug auf den Horizont der Heimat beschreibt, mag sich nur immer durch alle folgenden Schuljahre hinziehen, indem sie sich der während all dieser Zeit allmählich zuwachsenden mathematischen Mittel, die dem Schüler verfügbar werden, bedient. Und insbesondere wird ja dieses erste „anschauliche Bild von der Schraubenbahn der Sonne“ seinen rechten Rückhalt erst dann empfangen, wenn es im vierten Jahrgang aus dem koppernikanischen System deduziert¹⁾ werden kann. Vergessen wir aber über dieser künftigen Aufgabe nicht, daß das koppernikanische, ja schon das ptolemäische System nie hätte induziert werden können, wenn es die Menschheit von je (so wie jetzt) unter ihrer Würde gehalten hätte, sich wirklich einmal und oft und immer die Sonne am Tageshimmel anzuschauen und zu sehen, welches denn die Bahn ist, die die Tagesgöttin an das Firmament malt. Es war und ist keine andere als – „die Schraubenbahn der Sonne“.

Es sei sogleich hier als Lehrprobe die Erzählung wiedergegeben, die der Verfasser des schon im I. Bande (S. 38 Anm. 2) erwähnten Schriftchens „Das Kasseler Gymnasium der Siebzigerjahre“ von dem Unterricht des Mathematikers „Der alte Schorre“ gegeben hat. Wie man schon aus der ganz unmathematischen Bemerkung der zweiten Zeile sieht, sind dort freilich erst die Sekundaner auf die „Sonnenschraube“ aufmerksam gemacht worden:

„Als die für ihn anziehendsten Naturerscheinungen pflegte Schorre die ‘himmlischen Erscheinungen’ zu bezeichnen. ‘Ich meine natürlich nicht die in Mullkleidern, sondern die da oben.’ Tatsächlich behandelte er das in den Schulprogrammen als ‘mathematische Geographie’ bezeichnete Kapitel in wahrhaft klassischer Weise. Lange Zeit hindurch entstand wöchentlich zweimal an unserer Schultafel in Obersekunda eine Figur, welche dem uneingeweihten Beschauer für ein höchst verwickeltes mystisches Diagramm hätte gelten können. Anfangs entwarf Schorre die Zeichnung selbst; später wurden auch diejenigen von den Schülern herangezogen, deren Freihandellipsen nicht gar zu bucklig ausfielen. Besagte Figur stellte ‘die Sonnenschraube’ dar: den scheinbaren Weg der Sonne am Himmel während mehrerer aufeinanderfolgenden Tage in den verschiedenen Jahreszeiten. Schorre zeigte uns das Problem der scheinbaren Bewegung der Sonne im Laufe eines Jahres von immer neuen Gesichtspunkten aus. Er wurde nicht müde, auf den konkreten Reichtum einer Erscheinung hinzuweisen, für deren Einzelheiten man bei der Oberflächlichkeit des Alltagslebens um so weniger Augen zu

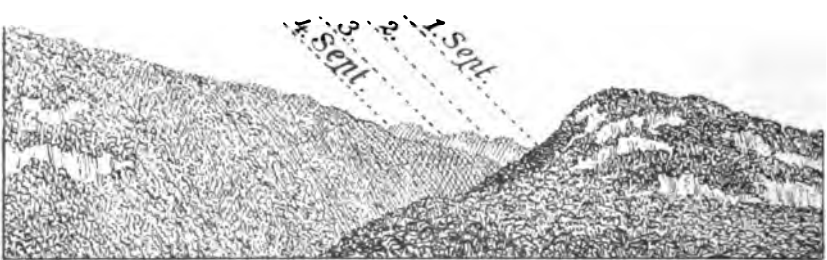
1) Vgl. § 14, S. 212ff.; auch schon § 12, S. 186ff.

haben pflegt, als sich die ganze Sache mit ein paar abstrakten dogmatischen Sätzen scheinbar sehr einfach abtun läßt. Bis in die unbedeutendsten Äußerlichkeiten der Darstellung machte es sich da geltend, wieviel Wert Schorre auf das Denken in möglichst konkreten Vorstellungen legte. Hatte er zum Beispiel darnach gefragt, wie für unseren Standpunkt die Orte des Sonnenauf- und -unterganges in den einzelnen Monaten am Horizonte fortrücken, so genügten ihm selten Antworten, in denen nur von Himmelsrichtungen die Rede war; er wollte die Stelle des Sonnenunterganges vielmehr auch noch durch irgendeine in der Nähe gelegene Bodenerhebung des welligen Kasseler Horizontes¹⁾ sinnfälliger gekennzeichnet haben.

Nach allseitiger Diskussion der scheinbaren Bewegung des Fixsternhimmels und der Sonne wurde in sehr anschaulich überzeugender Weise die wirkliche Bewegung der Erde abgeleitet. Auf Grund dieses $\pi\omicron\upsilon\ \sigma\tau\omega$ ging Schorre bei Erörterung des Laufes von Mond und Planeten dann rascher voran. Wohl mancher Schüler wird noch in späteren Jahren mit Freude an die Einführung in die Grundlagen der modernen Astronomie zurückdenken.“

1) Es kann's nicht jeder so gut haben, wie der Verfasser dieses Buches während der Korrektur dieser Bogen im Herbst 1911 am Gardasee: Gerade gegenüber meinem Fenster in Malcesine (am Ostufer des Sees) ging die Sonne am 1., 2., 3., 4. September unter in vier fast genau gleich weit abstehenden Einkerbungen des Horizonts (Abb. 1). Diese Zacken hat einige Wochen später ein Amateurphotograph, Herr WEISSMANN, freundlichst für die Zwecke dieses Buches aufgenommen. Ich konnte daher die Untergangspunkte erst nachträglich und einigermaßen nach dem Augenmaß eintragen. Vielleicht lassen sich in einem künftigen Jahre objektive Aufnahmen (wie sie S. 113 geschildert wurden) von der untergehenden Sonne in der Nähe dieser Stelle erlangen; ich würde sie in diesem Falle in der Ztschr. f. d. physikal. u. chem. Unterr. wiedergeben.

Abb. 1.



Eine sehr lehrreiche (vorher wohl nicht übliche) Abbildung des Westhorizonts mit den Stücken der Sonnenbahn nahe den Untergangspunkten für die Äquinoktien und Solstitionen bringt das nach den österreichischen Lehrplänen von 1908–1909 verfaßte Lehrbuch der Geographie von ROMAN HÖDL.

So also mögen die Erinnerungen auch unserer reif werdenden Schüler an die allererste „mathematische“ Geographie des allerersten Jahrganges künftig hoffentlich aussehen. Ein Grund zu unangenehmen Erinnerungen wird nicht mehr vorliegen – auch bei den Lehrern nicht, wenn sie nur den Anfangsunterricht in seinen gegenständlichen und psychologischen Wurzeln zu treffen wissen. – Leicht ließen sich die allgemeinen didaktischen Maximen formulieren, denen zuliebe man es ganz anders machen wird, als es nur allzulange gemacht worden ist. Doch bedarf es ihrer Anführung hier nicht mehr in abstracto, sondern nur noch wenige Beispiele und Erfahrungen mögen folgen, um ein natürliches Vorgehen gegen jedes unnatürliche zu charakterisieren.

Ein denkfauler Unterricht läßt z. B. vor allem („nach dem Buch“) die vier Wörter **Ost, Süd, West, Nord** auswendig lernen; sodann die Sätze: Die Sonne geht im **Osten auf**, im **Westen unter**. Beim Prüfen dieser mühsam beigebrachten Wörter und Sätze entrüstet er sich, wenn der ebenso gedankenlos leiernde Schüler einmal sagt: „Die Sonne geht im Westen auf“ oder „sie geht im Süden unter“ usw. Der einzig richtige Unterricht dagegen fängt nicht mit was immer für Wörtern an, sondern mit jenen vielbesprochenen Einzelbeobachtungen. Lange vor allem Messen wird ja doch der Schüler darauf aufmerksam zu machen sein, daß um die Zeit des vormittägigen Schulschlusses die Sonne höher¹⁾

1) Wieviele unserer Schüler mögen wissen, daß die Sonne mittags nicht am überhaupt „höchsten“ Punkte, im **Zenith** steht – bei uns nämlich, nördlich vom nördlichen Wendekreis? – Ich erinnere mich, daß es einer der stärksten Impulse für mich war, von meinen ersten Lehrerjahren ab einer gänzlichen Umgestaltung unseres astronomisch-geographischen Unterrichtes meine Aufmerksamkeit und Bemühungen zuzuwenden, als ich in unseren 7. Klassen (U I), also bei Siebzehnjährigen (!) auf die Frage, wo heute mittags die Sonne stehe, fast ausnahmslos immer vom „Zenith“ faseln hörte. Es hat sich also an mir genau dasselbe bestätigt, was BÖTTCHER a. [o. S. 33] a. O. so schildert: „Schon als Primaner ward ich beim Privatunterrichte eines sehr geweckten Knaben einmal im innersten erschreckt durch eine Antwort auf meine Frage, wo denn mittags die Sonne stehe? ‚Über unseren Köpfen‘ war die blitzschnelle Antwort – die ihm irgend jemand eingelernt hatte. Um sicher zu gehen, sagte ich: zeig mal, wo? und er hob seinen Arm und zeigte stracks zum Scheitelpunkt.

Welch eine tiefbetrübende Abkehr von der lebendigen Natur und ihrer Betrachtung! Daß sie nicht vereinzelt dasteht, bestätigt mir u. a. Dr. FINGER in seiner überaus anregenden Heimatskunde von 1844. Die Rede: das weiß ja jedes Kind, trifft eben nicht die Wahrheit. Auch die Schüler unsrer höhern Bildungsanstalten wissen's oft nicht, wenigstens nicht aus eignem vielfältigen Erlebnis. Ja, es ist den Kindern unsrer Zeit und unsres Landstrichs, vollends den Städtern, nicht einmal groß übel zu nehmen. Mitten zwischen hohen Häusern und in zerstreuem Gewühl, im Qualm der Städte und nordischen Novembernebel sehen sie wenig vom Himmel, einen freien Horizont fast

steht als am Morgen oder Nachmittag. Nach diesen verhältnismäßig höheren Sonnenständen läßt er den Schüler mit der Hand weisen, dann den Arm in vertikaler Ebene bis in horizontale Lage drehen, und nun höre der Schüler das erstemal das Wort: **Dort** (d. h. wohin soeben meine Hand weist) ist **Süden**; und somit: **Zu Mittag** steht die Sonne über dem **Südpunkt**. (Auch von Norden und Nordpunkt könnten wir sogleich jetzt reden — aber eindrucksvoller als der bloße Gedanke des Gegensatzes zu Süd ist die Anschauung eines nach Norden gerichteten Mittagsschattens.) Erst wenn durch solche tätige Anschauung Wort und Begriff „Süd“ Bedeutung und Inhalt gewonnen haben, reden wir nach einiger Zeit von Osten und Westen; u. zw. lieber zuerst von Westen, weil man leichter die Sonne untergehen, als bei unseren langschläferischen Gewohnheiten um 6^h früh im September oder März im Ostpunkt aufgehen sah. — Wer es freilich unter seiner wissenschaftlichen Würde findet, solchen didaktischen Kleinigkeiten, ob man früher von West oder von Süd reden soll, einen Augenblick der Erwägung zu widmen, der mag nach irgendeinem anderen Rezept die mathematische Geographie erledigen. Ob aber auch nur er selber Freude daran erleben wird?

Zum Schluß dieser Einzelheiten und Kleinigkeiten noch ein Geschichtchen aus der eigensten Erfahrung des Verfassers — als Probe dafür, daß man auch als alter Schulmeister immer noch Überraschungen erleben kann — diesmal eine, die auch andere warnen mag, Wörter wie „Sonnenwende“ nicht in den Mund zu nehmen ohne einen Gedanken an die Möglichkeit, mißverstanden zu werden:

Wir haben eine Wohnung an der äußersten, westlichen Grenze des zusammenhängend bebauten Wienerbodens, und wir können so Sommer und Winter die Untergangspunkte der Sonne beobachten und ihr Wandern verfolgen. Mein Siebenjähriger erstaunte sehr, wie weit die Wanderung seit der Zeit vor der Abreise in die Sommerferien bis Weihnachten gegangen sei. Dieses Erstaunen nahm ich zum Anlaß, ihm erste Gedanken darüber anzuregen, wie lange denn das her sei, das heißt, wie lange denn ein „halbes Jahr“ sei — und was das überhaupt sei, „ein Jahr“. Als sich die Sonne anschickte, von Weihnachten nicht noch weiter nach links (das heißt nach Südwesten) zu wandern, sondern haltzumachen und umzukehren, meinte ich die Zeit gekommen, vor ihm zum erstenmal das Wort „Sonnenwende“ auszusprechen. Und ich wollte damit nur den vorläufigen Vorstellungsinhalt verbinden, daß die Unter-

nie. Um so mehr tut's not, daß der erziehliche Unterricht hier kräftig eingreift, die Schüler lehrt, vorerst alle papierne Weisheit fahren zu lassen und den eignen Augen zu trauen. HUMBOLDT schreibt in einem Briefe: ‚Durch ein wenig eignes Beobachten werden Sie mehr lernen als durch alle Vorlesungen.‘ Er und GOETHE, PESTALOZZI, alle neuen Pädagogen werden nicht müde, diese selbe Mahnung zu wiederholen.“

gangsstelle der Sonne nicht über jene Stelle der fernen Hügelkette noch weiter hinaus nach links rücke, sondern von dort aus nach rechts umkehre. Mein Kleiner griff das Wort „Sonnenwende“ sogleich mit unerwarteter Lebhaftigkeit auf: „Ja, weil sie da nicht mehr weiter kann!“ Diese kräftige Veranschaulichung ließ sich ja hören: „Nicht mehr weiter kann“, — „umkehren, wenden muß“. So ähnlich hatten wir ja schon früher über die Sache gesprochen. Sehr überrascht war ich, als sich dann bei weiterem Reden von der Sache plötzlich und ganz zufällig ergab, daß sich der Bub bei jenem Wort — „Sonnenwände“ vorgestellt hatte . . . Da wären freilich alle späteren Erläuterungen der Rede von einem „Wenden“ der Sonne zu spät gekommen.

Und noch eine Erinnerung: Ich selbst hatte von solcher „Wende“ als etwa Neunjähriger gehört anläßlich einer Sonnwendfeier. Mir wurde dieses Wort „Sonnenwende“ — nicht von einem Schulmann! — so erklärt: „Bis zum 24. Juni geht die Sonne von Osten gegen Westen. Die Sonnwendfeuer werden angezündet, weil von da an die Sonne von Westen gegen Osten geht.“ Ich mochte mir damals bei den Wörtern „Osten“ und „Westen“ wohl weiter überhaupt nichts gedacht haben, weshalb ich dann den verhältnismäßig beruhigenden Eindruck hatte, mir auch bei jener tiefsinnigen Erklärung überhaupt nichts denken zu müssen. Oder erinnere ich mich recht, daß mir die Geschichte von der auf einmal „umgekehrt“¹⁾ laufenden Sonne doch etwas kurios vorkam? Und wie mochte der Erklärer selbst auf sie verfallen sein? Aber wie viele möchten wohl eine Antwort²⁾ auf die Frage wissen, warum man denn die

1) Dieses „Umgekehrt“ kann zu ganz brauchbaren Übungen in der Terminologie (die man sich für viel spätere Jahre aufsparen wird) Gelegenheit geben. Was sich „umkehrt“, ist (in den Ausdrücken des KOPPERNIKUS) der *motus in declinatione* — aber weder der „*motus in rectascensione*“ (diese beiden also in bezug auf den Fixsternhimmel) — oder gar, wie jene unsinnige Erklärung meinte, in der täglichen Bewegung der Sonne in bezug auf den Horizont der Heimat.

2) Zu dieser Frage teilt mir M. KOPPE mit, er glaube, daß man aus den zehn (elf) Tagen (z. B. 1912 vom 20. bis 30. Juni), während deren sich das Tagesende in den Minuten nicht ändert, den 24. Juni als den Tag des hl. Johannes hervorgehoben habe (die benachbarten Tage gehören nicht so bekannten Heiligen). KOPPE erinnert an die volkstümliche Redensart: „So lang wie der Tag vor Johannes“; was er so auffasse, daß dem Volke bekannt ist, die Tage vor Johannes seien besonders lang und gegen das Ende dieser Tage habe man dann die Feier verlegt. In der Tat würde das vor allem die Volkstümlichkeit des Begriffes „Sonnwend“ erklären. — KOPPE regt noch den Wunsch nach festen historischen Nachweisen über Einführung und Entwicklung der Johannesfeier und -feuer an; was ich gern an dieser Stelle zur Kenntnis bringe. — Übrigens galt im Kalender des Julius Caesar der 24. Juni als der längste, der 25. Dezember als der kürzeste Tag. Auf diesen wurde das Mithrasfest = dies natalis invicti solis gelegt. Es sind also die beiden Tage noch Überbleibsel aus dem alten Kalender.

Sonnwendfeier und Sonnwendfeuer am 24. Juni und nicht schon am 21. Juni eingerichtet hat, wenn doch dieser der Tag des „Solstitiums“ ist? Die Beziehung zur Zeitgleichung ist hier nicht analog zu dem nach dem 21. Dezember immer noch etwas später beginnenden Tage (S. 52). Merkwürdig bleibt, wie stark sich diese „Wenden“ und manche ihrer Feinheiten doch auch dem naivsten Volksbewußtsein aufgedrängt haben müssen, daß jenes „Wie die Mücke gähnen mag“ und diese Sonnwendfeiern volkstümlich geblieben sind. Die Schule darf und muß durchaus an solche augenfällige Dinge anknüpfen, wenn auch die abschließenden Erklärungen zum Teil erst auf viel höheren Stufen erfolgen können.

Zum Schlusse dieses ausführlichen, dem ersten Schuljahre (aber auch manchen Vorblicken auf alle späteren) gewidmeten Paragraphen wird es dem Lehrer, wenn er sich in der Theorie uns auch schon angeschlossen hat, für die praktische Durchführung der Lehrplanforderungen nicht unwillkommen sein, wenn wir diese Satz für Satz noch einmal daraufhin durchgehen, wie sie Monat für Monat bis ans Ende dieses ersten Schuljahres die übrige Geographie mit „astronomischer“ durchsetzt wissen wollen (vgl. die Lehrpläne o. S. 25 ff.):

„Sonnenstände in bezug auf das Schul- und Wohnhaus zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten (gegen Ende des Schuljahres Zusammenfassung der Einzelbeobachtungen zum anschaulichen Bild von der Schraubenbahn der Sonne).“ — Zu diesem Satze sei nur noch bemerkt, daß, was hier als „Zusammenfassung“ bezeichnet ist, natürlich nicht sich deckt mit der Zielbestimmung dessen, was die astronomische Geographie des ersten Jahrganges von Erscheinungen, nicht nur auf der Erde, sondern auch am Himmel, vorführt. Alle einzelnen und alle „zusammengefaßten“ Kenntnisse und Erkenntnisse in Sachen der Sonne sind für den Geographieschüler eben doch nicht Ziel und Selbstzweck, sondern nur ein Mittel, ihn das von der Sonne auf Erden Abhängige zunächst innerhalb seiner Heimat überhaupt bemerken und auch soweit verstehen zu lassen, als es ohne viel später zu erwerbende physikalische Kenntnisse möglich ist. In diesem Sinne liegt also die Zielbestimmung nicht in jenen ersten, sondern in den (S. 65) zu erörternden letzten Worten „Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse innerhalb der Heimat usw.“ — Greift letzteres überall schon tief ein in die eigentlich physische Geographie, so geht dagegen auf ein Hauptinteresse der im engeren

Sinne wirklichen „mathematischen“ Geographie die nächstfolgende Bestimmung:

„Hiernach [nämlich nach der Sonne] Orientierung in der wirklichen Umgebung und auf der Karte.“ – Hoffentlich bedarf es keiner Erläuterung geschweige Verteidigung mehr, daß hier die „wirkliche Umgebung“ vor der „Karte“ genannt ist (wie die Karte vor dem im nächsten Punkt zu besprechenden Globus). Vielmehr dürfte für jeden Geographieunterricht, der sich darauf besonnen hat, daß auch Karten (und Globen) nur Mittel sind, um die „wirkliche Umgebung“, nachdem sie sich aus direkter Wahrnehmung und Anschauung eingeprägt hat, im Bilde festzuhalten und weiterhin mittels solcher Kartenbilder der noch nicht von den Schülern selbst wahrgenommenen „Umgebungen“ diese selbst wieder mit den Ansprüchen eines so geschulten Wirklichkeitssinnes vorstellbar zu machen, nur noch folgende Frage offen und einer wohlbegründeten Antwort würdig sein:

Wie kann in dem Schüler, der sich nur in den Stellungen der Sonne zu seiner Heimat auskennen gelernt hat, eben hieraus ein Bedürfnis erwachen und geweckt werden, nicht nur sich selbst, sondern auch seine gelegentlich angefertigten Kartenskizzen, zuerst die vom Schulzimmer und Schulhaus und dann allmählich von immer weiter, schließlich bis über die ganze Erdoberfläche sich ausdehnenden „Umgebungen“, zu „orientieren“? Denn nur, wo es auch in dieser besonderen Sache zu einem Bedürfnis gekommen ist, darf das auf die Anfänge der Kartenkunde abzielende Stück Lehrkunst sich wirklicher „realer“ Erfolge freuen.

Die Antwort auf jene Frage aber dürfte nicht fern liegen: Gesetzt, es wäre ein Plan vom Schulhaus und -hof und ein Kärtchen der von ihm aus noch unmittelbar erreichbaren Umgebung von den Schülern zustande gebracht worden. Es liegt dann nahe genug, dieses Kärtchen auch immer wieder in die richtige Lage zu den wirklich abgebildeten Gegenständen zu bringen; dies geschieht auf die allerprimitivste Weise so, daß das, was in Wirklichkeit vor mir und rechts und links von mir liegt, auch auf dem Papier so liegen muß, indem ich eben das Papier richtig lege, es nach irgendwelchen einzelnen dieser Gegenstände „orientiere“. Ein kleiner aber wichtiger Schritt nach vorwärts ist es dann, daß sich der Schüler bei diesem Orientieren selbst wieder der Mittagsschatten bediene; also wenn z. B. in einem Südzimmer die ersten Beobachtungen an Mittagsschatten des Fensterkreuzes gemacht worden waren, auch in der Zeichnung dieser Schattenwerfer (nämlich seine Projektion in die wagrechte Ebene) ersichtlich sein und zum Ort des Beob-

achters in die Südlage gebracht werden muß; was weder in diesem einfachsten Falle noch in den bei anderen Lagen des Schulzimmers nötig werdenden Abänderungen hier noch näher ausgeführt zu werden braucht.

Ein viel größerer, und zwar der eigentlich entscheidende Schritt für alles Verständnis der Orientierung einer Karte nach der Wirklichkeit und umgekehrt ist gegeben durch die folgende typische Aufgabe: Ge-
setzt, es seien zwei derartige Kärtchen zustande gebracht worden von Teilen der näheren, aber schon nicht mehr „nächsten“ Umgebung. Selbst wenn die dargestellten Teile des Bodens in einzelnen Punkten aneinander grenzen und ihre gezeichneten Darstellungen auf getrennten Blättern vorliegen, wird es zu einer besonderen Aufgabe, diese Blätter richtig aneinander zu legen. Freilich ist dies keine Kunst, wenn etwa derselbe Gartenzaun an je einen Rand jeder Zeichnung gefallen war; denn dann legt man einfach diese Ränder aneinander. Es wird aber leicht glaubhaft zu machen sein, daß dieser bequemste Fall nur als Ausnahme verwirklicht ist, wenn es gilt, viele Teilkarten, etwa der Grundstücke verschiedener Besitzer für eine Grundbuchskarte, zusammenzufügen. Wie immer nun dem Schüler diese Aufgabe des Aneinanderfügens nahegebracht worden ist — weitaus am besten natürlich, wenn sich mehrere Schüler wirklich in das Aufnehmen der einzelnen Skizzen geteilt haben — dürften ohne alles weitere Hineinreden in den Schüler diesem selbst die zwei Voraussetzungen und Forderungen für ein solches Erstellenlassen größerer Karten aus kleineren anschaulich und einleuchtend werden: 1. Die Gleichheit des Maßstabes in Sachen der Streckenlängen (allgemeiner: der **Abstände**), 2. die Gleichheit der Orientierung, also das Zusammenfallen mindestens einer Hauptrichtung und Zählung der Winkel von ihr weg (also allgemein: die Übereinstimmung aller **Richtungen**¹⁾). Bei dieser Forderung der für beide Teilkarten identischen Hauptrichtungen wird es nun wohl von selbst einem Schüler, der in jedes einzelne von ihm gefertigte Kärtchen die Süd-Nord-Richtung einzutragen sich gewöhnt und dies wieder wirklich nach den Sonnenständen getan hat, ein- und auffallen, wie gute ja unentbehrliche Dienste ihm die Sonne und die Kenntnis ihrer Mittagsstände, d. h. eben die **Linie Süd-Nord** leistet. Im obigen Beispiel vom gemeinsamen Gartenzaun bedürfte es dann nicht mehr des Aneinanderlegens der ganzen Ränder; sondern ich brauche offenbar nur einen Punkt (etwa eines Randes, den wir uns fürs erste als annähernd von Ost nach West verlaufend denken wollen) und die von diesem Punkte aus in die eine Karte nach Nord „hinauf“, auf der anderen nach Süd „hinab“ ver-

1) Daß Abstand und Richtung überhaupt einen Dualismus bilden (der ganz primitiv sich in Zirkel und Lineal darstellt, in der gegenwärtigen „kritischen Geometrie“ aber noch nicht nach Gebühr gewürdigt zu werden pflegt), wurde im Bd. 1, S. 101, 323, 443 angedeutet.

laufenden Mittagslinie: und aus den zwei Kärtchen ist wieder eine umfassendere Karte geworden. — Es bedarf keines weiteren schrittweisen Beschreibens eines solchen Vorganges in dieser gedruckten Darstellung; in der mündlichen oder vielmehr graphischen, aus den Händen der Schüler selbst hervorgegangenen Behandlung solcher Aufgaben gestaltet sich ja hoffentlich ohnedies alles noch weit überzeugender, weil handgreiflicher, als durch jedes gesprochene oder geschriebene Wort.

Als grundsätzlich aber wollen wir festhalten, daß nur ein solcher Weg von der nächsten Wirklichkeit zur Karte nachmals auch wieder weiter führt zu wie immer ausgedehnten Wirklichkeiten — und schließlich zum Globus, den wir uns für den zweiten Jahrgang versparen (aus den S. 80ff. eingehend entwickelten Gründen). — Wie stimmt dann aber die hier empfohlene Vorsicht im Hervorgehenlassen der Karte und des Globus mit der nächsten Bestimmung unseres Lehrplans:

„Erste Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus“? — Nun, man mag in diesem Vorwegnehmen des Globus aus dem zweiten in den ersten Jahrgang unfreundlich eine Inkonsequenz oder freundlich eine Konzession an Altgewohntes finden: Jedenfalls ist durch die Beschränkung auf eine „erste Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus“ vor allem das doktrinäre Verbot vermieden, der Schüler dürfe, wenn er — wahrscheinlich schon vor allem systematischen Unterricht — in den zu Beginn des ersten Schuljahres frisch gekauften Atlas guckt, etwa überhaupt nicht sogleich die „Planigloben“ oder die schon auf einer Karte Europas, um so mehr Asiens, krumm nach oben zusammenlaufenden Linien („Meridiane“) und ebenso die auf den meisten Karten mehr oder weniger deutlich gekrümmten, von links nach rechts laufenden Linien („Parallelkreise“) erblicken und dabei natürlich sogleich sich oder gar den Lehrer fragen, was diese meist gekrümmten, seltener (in Mercatorkarten) geraden Linien bedeuten. Aber es ist etwas anderes, bloß diesen Linien auf der auch sonst noch ganz unverstandenen Karte zuliebe dem Schüler die ganze Wahrheit verfrüht und daher unverstanden und unverständlich an den Kopf zu werfen, oder aber so wenig als möglich, d. h. genau soviel, als der Schüler jetzt schon wirklich und als „wirklich“ verstehen kann, ihm von dem künftigen großen Geheimnis¹⁾ der Kugelgestalt der Erde zu verraten.

1) Fast könnte man hier eine Analogie zu den Schwierigkeiten der „sexuellen Aufklärung“ entwickeln. Mögen aber vorher die Fanatiker der sofort statt aller Geographie (Erdkunde) zu lehrenden Lehre vom Globus (Kugeldkunde) sich fragen, ob sie in Sachen des Geschlechtlichen schon auf die erste naseweise Frage mit Preisgabe aller Geheimnisse antworten möchten?

Eine „erste Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus“ – also mit dem „Gradnetz“ einerseits, dem „Globus“ andererseits – wird somit der erste Jahrgang nicht nur geben dürfen, sondern er wird sie bei den Kindern in irgendeiner mehr oder minder unklaren Form schon vorfinden. Hat doch das Kind längst irgendwo auf dem Tisch des Vaters oder des älteren Bruders einen Globus stehen sehen und auch auf ihm das Netzwerk der krummen Linien bemerkt. (Jüngster Tage wurden in den Straßen Wiens massenhaft kleine Kreisel abgesetzt, die nicht nur Gestalt und Zeichnungen des Globus zeigen, sondern auch durch bloßes Hinfahren über den Tisch in rasche Rotation versetzt werden können und so die „Rotation der Erde um ihre Achse“ einschließlich der Präzessionsbewegung zeigen, ja in diese von der Hand des Kindes selbst versetzt werden können.)


Aber sollte ein Lehrer der Erd-, nicht nur der Globuskunde sich bei einer solchen „ersten Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus“ zufrieden geben, oder sie nur noch dahin ergänzen zu müssen glauben, daß er die Wörter „Parallelkreise“ und „Meridiane“ und die Numerierung nach Graden mitteilt und lernen läßt? In diesem Falle stünden wir freilich wieder vor dem Miß- und Unverständnis, welches PICK in der oben (S. 5) mitgeteilten Stelle gekennzeichnet und beklagt hat. Dem systematischen Unterrichtsvorgang, der zur Überbrückung einer solchen Kluft der Auffassungen möglich und nötig ist, werden in den folgenden §§ 7, 8 noch nähere Ausführungen zu widmen sein. Für jetzt versuchen wir, ohne diese „erste Bekanntschaft“ schon ein für allemal abgrenzen zu wollen gegen die dort zu besprechende „vertiefende Lehre vom Globus“, nur die untere und die obere Grenze anzugeben, bis zu der sich schon im ersten Jahrgang ein mehr als verbales oder sonst äußerliches Kennenlernen der Wörter: Parallelkreis, Meridian, nördliche und südliche Breite, östliche und westliche Länge u. dgl. m. aus dem Fortgange des erd- (nicht nur globus-)kundlichen Unterrichtes zwanglos ergeben mag.

Die untere Grenze dürfte wohl die sein: der Schüler hat, wie gesagt, schon längst die annähernd wagrechten und lotrechten Linien in seinem Atlas gesehen und fragt eines Tages den Lehrer, was sie bedeuten. Dieser sagt darauf – – soviel ihm eben von Fall zu Fall gut dünkt; denn er weiß, daß seine Mitteilungen günstigsten Falles doch nur irgendwelchen vorläufigen Wert für den Schüler haben; also etwa:

Man habe die ganze Oberfläche der Erde (ob diese eben oder rund ist, tut für den Augenblick noch nichts zur Sache) in Felder eingeteilt, und jene Linien seien die Grenzen der Felder. Werden diese Felder und Linien an der Mercatorkarte¹⁾ gezeigt, so werden sie, weil diese lauter gerade, einander rechtwinkelig schneidende Linien enthält, den Schüler am wenigsten zu weiteren Fragen anreizen; höchstens mag die Vergrößerung des Maßstabes gegen den oberen und unteren Rand der Karte hin auffallen — aber nicht einmal die so entstandene Neugier kann dann mehr als bloß äußerlich befriedigt werden, weil jede sachlich begründete Antwort sich schon wieder auf die Kugelgestalt zu berufen hätte. Noch weniger aber als angesichts dieser einfachsten Projektion nach Mercator wird man die auf den Planigloben oder anderen einigermaßen größere Teile der Erdoberfläche darstellenden Karten erklären wollen und können. Insoweit hingen alle weiteren Mitteilungen jener Terminologie und der Gradmaße überhaupt ganz in der Luft — und da man das dann auch nicht einmal mehr eine erste, allererste „Bekanntschaft“ mit der Karte oder dem Globus würde nennen wollen, so müssen als unterste Grenze, innerhalb deren es noch Anschauungen zu den Begriffen oder vielmehr einstweilen nur Wörtern überhaupt geben kann, Mitteilungen des Lehrers darüber gelten, daß z. B. auf einer Touristenkarte der nahen Umgebung des Heimatsortes den eingetragenen wagrechten und lotrechten Gitterlinien Abstände von so und soviel Kilometern entsprechen. Vermag der Schüler jetzt schon mit diesen Zahlangaben, wenn auch noch so beiläufige, aber doch schon nicht mehr verbale, sondern direkt anschaulich räumliche Vorstellungen der wirklichen räumlichen Abstände zu verbinden, so ist das in der Tat ein erster Ausgangspunkt für eine „erste Bekanntschaft“ mit dem Gradnetz nicht nur des „Globus“ sondern eben eines Stückes Oberfläche der wirklichen Erde.

Der zweite Schritt ist dann, die Verbindung herzustellen zwischen der oben S. 60 geschilderten Übung im Aneinanderfügen je zweier Kärtchen von Teilen der nächsten Umgebung und einer Schilderung, wie das die gelehrten und kunstgeübten Pläne- und Kartenzeichner machen. Ist dem Kinde etwas von dieser Tätigkeit überhaupt jetzt schon begreiflich zu machen, so gewiß nur unter Hinweis auf noch so bescheidene Versuche des Kindes selbst nach dieser Richtung. Bei diesem zweiten Schritt also ist dann, wie a. a. O. gesagt, auch schon wieder die Orientierung nach der Sonne wesentlich geworden, wogegen innerhalb dessen, was wir den ersten Schritt nannten und was sich auf das Besprechen von „Feldern“ beschränkte, nicht einmal auf „Weltgegenden“ (besser: Hauptrichtungen des Horizonts) einzugehen war.

1) Die Theorie dieser Mercatorkarten (und der übrigen Projektionsarten) vgl. u. S. 271–275.

Den dritten Schritt wird dann der Schüler auch schon unaufgefordert finden und ohne Lehrer tun, wenn er beim Blättern in seinem Atlas etwa das zuerst in einer Karte von größerem Maßstab dargestellte Gebiet der näheren oder weiteren Umgebung seiner Heimat nun wieder auf Karten kleineren und kleineren Maßstabes, also größerer und größerer Gebiete. Hierbei mag ihm dann das Krummwerden und Zusammenlaufen der auf den Touristenkarten noch gerade erscheinenden Linien zum erstenmal ernstlich auffallen; und vielleicht wird eben hiermit sogleich auch 

der vierte Schritt vom Schüler selbst gefunden und getan werden, der dahin führt, daß er sich selbst sagt, das müsse so sein, weil eben die Erdoberfläche krumm, „die Erde eine Kugel“ sei. Es wird heute nicht mehr viele Mittelschüler geben, die nicht schon in ihrem sechsten oder einem noch früheren Lebensjahre etwas vom „Nord- und Südpol“ gehört haben. Dorthin, so sagt sich nun der Knabe selber, führen diese krummen Linien — er sieht es dann wieder an den Planigloben augenfällig — er erkennt in diesen ein noch immer unvollkommenes Abbild dessen, was erst der Globus vollkommen und ungezwungen zeigt usw.

Man sieht — eine „erste Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus“ läßt sich für Schüler und Lehrer ganz bequem schon im ersten Jahre geben, so daß nur vor der Gefahr zu warnen ist, es möchten sich's beide Teile hierbei allzu bequem machen. Es fragt sich nämlich, wie hoch der Lehrer all dieses wildwüchsig erworbene Wissen — bei dessen Erwerbung es darum gar nicht unpädagogisch zugegangen zu sein braucht — für einen wirklich erdkundlichen Unterricht einschätzen will und darf. Wir fürchten: Nur zu häufig viel zu hoch. Unserseits vermögen wir, selbst wenn das Kind jene Linien mit den richtigen Namen Parallelkreis und Meridian zu benennen, zu diesen Wörtern die formgerechten Definitionen zu sagen, auch die Gradzahlen von der Karte und vom Globus richtig abzulesen weiß, all dem noch lange nicht den Wert wirklicher realistischer Kenntnisse beizumessen. Oder sollte der geographische Unterricht so anspruchsvoll überhaupt nicht sein? Diese Frage nicht nur parteimäßig mit Ja oder Nein zu beantworten, sondern den realistischen, „physischen“ Maßstab als vollberechtigt auch für die sogenannte „mathematische“ Geographie schon in ihren vorläufigsten Darbietungen an den Schüler zu erweisen, wird die Aufgabe erst der folgenden Paragraphen, ja eigentlich des ganzen vorliegenden Bandes sein; und unmittelbar an das im Vorstehenden über Gradnetz und Globus

Gesagte wird § 7 (sodann innerhalb des § 8 die Rechtfertigung des Ausdruckes „vertiefende Lehre vom Globus“ gegen ungerechte Bemängelungen, S. 118ff.) anzuknüpfen haben.

Auf alle Fälle läßt die bisher besprochene Forderung „Erste Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus“ schon durch ihre Formulierung erkennen, daß es sich hier um Vorläufiges, Provisorisches handelt, für dessen maßvolle Durchführung dem Takt des Lehrers die Entscheidung zufällt.

Wenn es nicht gar zu sehr abweiche von den Traditionen der mathematischen Geographie, die man ja noch immer häufig in den Lehrbüchern allem Übrigen voranzustellen pflegt, so könnte sogar die ketzerische Frage aufgeworfen werden, ob sich nicht das, was wir oben (S. 62) die „untere Grenze“ nannten, noch weiter hinunterschieben und so ziemlich bis auf nichts einengen ließe, d. h. ein Anfangsunterricht der Geographie ganz ohne Gradnetz und ganz ohne Globus? Aber wer nicht schon vor der bloßen Frage erschrickt, bedarf auch keiner didaktischen Anweisungen mehr, wie sein Takt gerade einen solchen Verzicht auf alles bloße Scheinwissen zur Grundlage eines späteren um so reelleren erdkundlichen Wissens machen kann. —

Im Gegensatz zu jener unverbindlichen Vorwegnahme von Karte und Globus trägt einen ganz bestimmten Charakter, und zwar den einer gewiß nicht im üblen Sinne bloß „mathematischen“, sondern realen „astronomischen“ Geographie die letzte Forderung des Lehrplans für den ersten Jahrgang, soweit er mathematische Geographie betrifft, nämlich:

„Beschreibung und Erklärung der Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse innerhalb der Heimat im Verlauf eines Jahres, soweit sie unmittelbar von der Tageslänge und der Sonnenhöhe abhängen.“ Wir erkannten schon oben (S. 58) in dieser Forderung die eigentliche Zielangabe. Oder welcher Lehrer der Geographie — mag er sonst zu den Streitfragen, was und wieviel an sog. mathematischer Geographie für den ersten Jahrgang wissenschaftlich notwendig und didaktisch ausreichend sei, sich wie immer stellen — welcher Lehrer würde nicht sehr zufrieden sein, wenn dem Schüler nach dem Ablauf eines ersten Schuljahres alles das beschreibend wie erklärend zum festen Besitz geworden wäre, was mit der **Beleuchtung und Erwärmung** des Heimatbodens zusammenhängt? Der Zusammenhang ist, rein sachlich genommen, ein doppelter: **erstens**, als Ursache nicht mehr¹⁾ und nicht weniger als die je-

1) Für den Fachmann der Physik und der physikalischen Geographie bedarf es, wenn er zugleich auch besonnener Didaktiker ist, innerhalb dieses didaktischen Handbuches keiner ausführlichen Darlegung, wie nötig namentlich auf

weilige „Tageslänge und Sonnenhöhe“; zweitens, als Wirkung oder vielmehr als eine ganze Kette von Wirkungen: der Wechsel der Tages- und Jahreszeiten, also die meteorologischen und klimatischen Veränderungen und Zustände, das Vegetationsbild, die Fauna usw.

Wird man, wenn es wahr ist, daß für diese Zusammenhänge nur die Stellungen der Sonne zum Horizont der Heimat wesentlich sind, nicht aber die des Sternenhimmels, und zwar nur die relativen Stellungen von Sonne und Erde (nur in der Weise von Gliedern zweiter Ordnung auch die Rotation der Erde) – noch andere didaktische Bedürfnisse als die verspüren, sich mit aller zur Verfügung stehenden Kraft des Schülers wie des Lehrers auf die Kenntnisaufnahme jener Stellungen der Sonne zur Erde zu konzentrieren?

Alles zur Entscheidung dieser Frage Nötige ist schon in der vorausgegangenen Darstellung (namentlich S. 34, 36, 58) zur Diskussion gestellt worden; einiges über das „Wie“ dieser Sonnenbeobachtungen und daß sie, wenn auch im ersten Jahr mit allem Eifer in Angriff genommen, doch auch so ziemlich in allen folgenden Schuljahren einen zu variierenden und zu vertiefenden Gegenstand solcher Beobachtungen und Verarbeitungen bilden können und sollen, wird an verschiedenen Stellen des Folgenden (namentlich S. 120ff.) noch näher auszuführen sein.

Wieder darf hier an den Takt des Lehrers appelliert werden, auch wenn der Lehrstoff namentlich durch den Verzicht auf alles Vorwegnehmen z. B. der „wirklichen“ Drehung der Erde zum Er-

den untersten Stufen, das Maßhalten in Mitteilungen über die zahlreichen komplizierenden Umstände ist, die innerhalb der klimatologischen Tatsachen zum bloßen Wechsel der Sonnenstände noch hinzukommen. Am auffälligsten und selbst vor dem kleinen Anfänger nicht ganz zu verschweigen ist ja z. B. der Umstand, daß die Grenztage der Jahreszeiten, 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. Dezember, eigentlich nicht Frühlings-, Sommers-, usw. Anfang, sondern fast die Mitte darstellen (s. o. S. 57 Anm.). Daß aber z. B. die heißeste Zeit nicht schon zur Zeit des höchsten Sonnenstandes (21. Juni), sondern etwa ein halbes Vierteljahr später eintritt, und also Ende Juli und Anfang August als Sommershöhe („Hundstage“ – vgl. S. 181) dem Volke selbstverständlich erscheinen, läßt sich, ehe noch von der Differenz zwischen Ein- und Ausstrahlung, Langsamkeit der Fortpflanzung der Wärmewelle im Boden usw. mit den Knaben geredet werden kann, doch schon populär veranschaulichen durch Analogien wie die: Wer von seinen reichlichen Einnahmen sich immer einen Teil zurückzulegen anfängt, ist am reichsten nicht zu Beginn dieses löblichen Sparens, sondern erst später, wenn sich schon einiges angesammelt hat – selbst wenn die Einnahmen wieder abzunehmen beginnen sollten. – Analog die Kälte im Jänner und vor Sonnenaufgang.

klären des Auf- und Untergehens der Sonne schon weitgehend eingeschränkt ist, doch auch namentlich in allen Erklärungen, warum es bei hohen Sonnenständen heller und wärmer ist als bei tiefen, Maß zu halten, d. h. nicht mehr als unbedingt nötig aus dem späteren Physikunterricht vorwegzunehmen. Wir kommen auf diese Arbeitsteilung zwischen Geographie und Physik in § 8 S. 135ff. zurück.

Was in dem besonderen Erscheinungskreis der Sonnenstände und ihrer geographischen Wirkungen auf Seite des Lehrers Takt ist, darf man auf Seite des Schülers instinktive Kenntnis nennen: denn ohne alles weitere „Erklären“ bringt ja schon das Kind die Überzeugung mit, daß es um die Zeit der längsten Tage am wärmsten sein müsse. Auch daß die ihre Strahlen flach zur Erde sendende Dezembersonne „keine Kraft“ hat, weiß das Kind, ehe man es ihm sagt. Bedürfte es von solchen Ausgangspunkten aus noch besonderer Lehrgänge, so hätten sich die didaktischen Einzelschritte nur darauf zu richten, daß nicht der ganze Unterricht etwa an jenem in jedem vorhandenen naiven Wissen achtlos vorübergehe. Mancherlei mag dann im einzelnen verraten — eine ausdrückliche Schülerfrage oder nur ein fragender Blick, oder eine nicht einwandfreie Antwort auf eine Frage des Lehrers u. dgl. m. —, an welchen Punkten jene latenten Kenntnisse zu den wirksamsten Anknüpfungspunkten gemacht werden können, von denen aus nach und nach der ganze Komplex der mit den Sonnenständen im Zusammenhange stehenden klimatischen, biologischen usw. Einzeltatsachen zur Sprache und womöglich selbst wieder zur direkten, bestätigenden Beobachtung gebracht werden kann. Hierüber bedarf es gewiß keiner Weisung im einzelnen mehr, wenn einmal die im Titel des vorliegenden § 5 „Die Sonnenbeobachtungen des ersten Jahrgangs als ein Stück Heimatkunde“ aufgestellte These als begründet erkannt und der gute Wille zu ihrer Durchführung vorhanden ist.

§ 6. Zweiter Jahrgang: Übertragung des Anschauungsbildes von der Sonnenbahn aus der Heimat in andere Breiten.

Nehmen wir also — vorbehaltlich aller nachmals zweckmäßig scheinenden Milderungen solcher Schroffheit — zunächst an, daß dem zweiten Jahrgang die ausschließliche Aufgabe für die „mathematisch“-astronomischen Teile des Geographieunterrichtes gestellt sei, die während des ersten Jahrganges in der Heimat erworbe-

nen Anschauungsbilder von den Dingen an und über der Erde nun auf alle anderen Teile der Erdoberfläche – natürlich *mutatis mutandis* – zu übertragen. Wie gestalten sich dann Lehrstoff und Lehrgang speziell in Sachen der sog. mathematischen Geographie für dieses zweite Schuljahr?

Die Antwort auf letztere Frage läßt sich dahin zusammenfassen, daß es jetzt gelte, die Lehre von der Gestalt und Größe der Erde, samt allem, was als Lehre vom Gradnetz zuerst am Himmelsgewölbe, dann auf der wirklichen Erde, zuletzt am Globus und der Karte, aus jener Lehre von der Kugelgestalt sich ergibt, dem zwölfjährigen Knaben zu vermitteln. In diesem Sinne sagte V. 1889:

„Ebenso hätte dann das ganze zweite Schuljahr von astronomisch-geographischen Tatsachen nur die zu verarbeiten, daß für andere Beobachtungsorte 1. die gegenseitige Lage der Teile der Sonnenbahn ganz dieselbe sei, wie sie am Heimort beobachtet worden ist, daß aber 2. diese Bahn als Ganzes gegen die verschiedenen Teile der Erdoberfläche sehr verschiedene Lagen hat.

Aus diesem Minimum von Vorstellungen und Lehrsätzen läßt sich dann, ohne ein dogmatisches Wort von täglicher Rotation und jährlicher Revolution der Erde, desgleichen ohne jede Voraussetzung wirklicher oder angeblicher Kenntnisse von den Beziehungen der Erde und Sonne zum Fixsternhimmel, bereits alles ableiten, was die Geographie schon auf der allerersten Stufe für die unmittelbaren Zwecke der Erdbeschreibung braucht: nämlich, soweit ich diese Zwecke überschaue: 1. Die Orientierung im Heimort, 2. der Wechsel der Tages- und Jahreszeiten an diesem, 3. die Lage fremder Horizonte in bezug auf den Horizont des Heimortes, d. h. der Satz von der Kugelgestalt der Erde und ihren Dimensionen einschließlich der Begriffe von geographischer Breite und Länge, 4. die Tages- und Jahreszeiten an beliebigen Orten der Erdoberfläche und die in erster Linie durch sie bedingten Unterschiede zwischen den klimatischen Verhältnissen des Heimortes und denen fremder Länder.

Sollte man finden, daß dieser dem zweiten Jahrgang zugewiesene Lehrstoff groß sei im Vergleich zu dem des ersten Jahrganges, so wäre das eher ein Vorteil als ein Schaden gemäß dem zu Beginn des vorigen § 5 (S. 33, 34 und 41) ausgesprochenen Grund- und Vorsatz, möglichst viel von dieser mathematischen Geographie von unten nach oben zu schieben¹⁾. – Näher besehen aber ver-

1) Dazu kommt die zu Ende des § 4 (S. 25) erwähnte Tatsache, daß nun in Österreich die erste Klasse eine Stunde weniger (nur 2) Geographie hat.

teilen sich doch die Belastungen zwischen erstem und zweitem Jahrgang nicht allzusehr zuungunsten des zweiten, wenn der erste seine didaktische Schuldigkeit wirklich getan hat. Es soll im folgenden zu zeigen versucht werden, daß und wie, auch wenn im ersten Jahrgang nur das Bild der Sonnenbahn sich recht festgesetzt hat, dagegen nicht von Sternen, Polhöhen u. dgl. die Rede gewesen war:

erstens ein stetiges Überleiten von der Heimats- zur gesamten übrigen Erdkunde durch das echt geographische Binde- mittel vergleichender Landschaftsschilderungen, u. zw. speziell für die astronomische Geographie am natürlichsten durch Schilderungen des veränderten Anblickes von der Tages- bahn der Sonne über fremden Zonen, vermittelt wird;

zweitens, daß und wie sich hieraus die Lehre von der Gestalt und Größe der Erde ergibt.

Sparen wir aber letztere, ein bedeutsames gegenständliches Ziel darstellende Lehre dem folgenden § 7 auf und einigen wir uns in vorliegendem § 6 vor allem zur ersten dieser beiden Aufgaben über die didaktischen Mittel, durch die dem Schüler anschaulich¹⁾ bleibende Phantasievorstellungen von fernen Landschaften verschafft werden, wiewohl von diesem überwiegenden Teil weder Lehrer noch Schüler eigentliche Anschauungen zu sammeln Gelegenheit hatten. Diese Frage nach einem solchen didak- tischen Hinüberleiten von anschaulichen Wahrnehmungs- zu an- nähernd ebenso anschaulichen Phantasievorstellungen ist die drin- gendste, wenn den Verteidigern dogmatischen Vorgehens das Ar- gument²⁾ entwunden werden soll: „Wie es in fernen Ländern aus- sieht und was an dem über ihnen liegenden Stück Himmel ge- schieht, muß ja doch ich, der Lehrer, irgendeinem Buche, und muß um so mehr der Schüler mir, dem Lehrer, und seinem Lehr- buch glauben. Wozu also das Geschrei gegen die 'dogmatische' Methode in der mathematischen Geographie?“ Wir antworten auf diese Frage sofort durch den positiven Entwurf eines wenigstens möglichen Lehrgangs, der die Vorstellungen des Schülers über

1) In meiner Psychologie (große Ausgabe 1897) wird in § 30 gezeigt, daß „anschaulich“ (im Gegensatz zu unanschaulichen, bloß „indirekten“ Vor- stellungen – vgl. o. S. 45, Anm.) auch solche Vorstellungen sein können, die, weil sie keine Wahrnehmungsvorstellungen sind, füglich niemand mehr als „Anschauungen“ bezeichnet – es sei denn in einem übertragenen, absichtlich hyperbolischen Sinne.

2) Vgl. z. B. § 8 S. 109.

die Heimat hinaus in fremde Gegenden führt, ohne daß an Stelle der heimatlichen Wirklichkeiten nun nur mehr totes Papier in Form bloßer Bücher, Landkarten u. dgl. zu treten braucht.

Es könnte dabei didaktisch geboten scheinen, fürs erste die Phantasie des Schülers in nur so wenig weit entfernte Räume zu führen, daß er sie eben noch, zwar nicht mehr mit dem leiblichen Auge sehen, aber doch noch als nächste Nachbarschaft sich vergegenwärtigen kann; also wie es etwa hinter dem Hügel aussehen mag, hinter dem wir gestern wieder einmal die Sonne untergehen sahen. Vielleicht aber zeigt es sich doch psychologisch und daher auch didaktisch wirksamer, sogleich einen recht weiten Sprung zu wagen und den Knaben etwa mit der lebhaften Schilderung von Boden und Himmel einer Landschaft in Zentralafrika zu überraschen. Spannt doch das ganz Fremde die Neugier und reizt daher auch die produktive Phantasie stärker als die Schilderung von nur unmerklich Verschiedenem. Doch mag die allgemeine Frage, was besser sei: der Verzicht auf solche scheinbar in doppeltem Sinn „naheliegenden“ Erweiterungen des geographischen Blickes und der Sprung sogleich in recht fern liegende Gebiete, oder doch ein möglichst stetiges Übergehen vom Nächsten zum Fernen und Fernsten – die allgemeine Didaktik der Geographie, d. h. der künftige III. Bd. der „Didaktischen Handbücher“, überprüfen. Beschränken wir uns jetzt auf die Frage:

Wird es möglich sein, dem Schüler für ein Land, z. B. bei den Nilquellen (von dem der Lehrer erst nachmals zu sagen hat, es liege „unter dem Äquator“), eine wahrhaft anschauliche Vorstellung von dem dortigen Sonnenlauf binnen einem Jahr zu geben? Wenn ja: wieviel hat der Schüler von seinen selbst erworbenen Beobachtungen aus dem vorausgegangenen ersten Jahrgang beizutragen, und wieviel bleibt dem Lehrer an schildernden Worten, versinnlichenden Handbewegungen und sicherlich erst ganz zuletzt etwa für ein Festhalten mittels eines Modells (der Schraubenbahn der Sonne – vgl. S. 127) zu jenem Stammkapital von Wahrnehmungs- und Erinnerungsvorstellungen des Schülers hinzuzutun?

Behufs Antwort auf diese Fragen verweisen wir am besten auf einige Lehrtextproben aus der mehrfach (S. 4, 92 usw.) erwähnten astronomischen Geographie von PICK. Nicht als ob wir den dort eingehaltenen Vorgang als schlechthin nachzuahmen emp-

fehlen möchten¹⁾; sondern weil er, in der Hauptsache auch nach unserer Überzeugung gewiß nachahmenswert, doch eben hiedurch auch zu Überlegungen darüber anregt, ob hier nicht ein gesundes Prinzip in etwas übertrieben worden sei: wir meinen namentlich die Häufung von solchen Schilderungen fremder Gesichtskreise, von denen gerade der antidogmatische Lehrer auch dem dogmatischen eingestehen mußte, daß alle detaillierten Beschreibungen, wie es unter Orten von $45\frac{1}{2}^{\circ}$, 36° , 30° , $23\frac{1}{2}^{\circ}$, 20° , 12° , 0° Polhöhe und unter einigen nördlicheren Breiten als die unsere und unter südlichen aussieht, schon aus der Kenntnis der Kugelgestalt der Erde deduziert sind, während die Meinung und Absicht PICKS doch war, eben diese große Lehre aus jenen Beobachtungen zu induzieren. Doch wollen wir auf die Gefahr einer solchen unbeabsichtigten Verkehrung des aufrichtigen, weil einzig möglichen heuristisch-logischen Weges erst zurückkommen, nachdem wir einige Proben dieser zahlreichen Schilderungen vernommen haben. — Es ist schon bezeichnend, daß wir erst auf S. 82 des im ganzen 173 Seiten starken Büchleins lesen:

„Dritter Abschnitt. Erscheinungen über fremden Gesichtskreisen. Erstes Kapitel. Reisen nach Süd und Nord. — 116. An den heimischen Beobachtungen lassen sich die Berichte über Erscheinungen auf fremden Gesichtskreisen prüfen. In dem vorigen Abschnitte haben wir die Erscheinungen kennen gelernt, welche der Himmel über unserem Gesichtskreise im Verlaufe eines Jahres darbietet. Nun drängt sich die Frage auf, wie denn diese Erscheinungen sich an anderen Punkten der Erde, über anderen Horizonten, darstellen. Es ist klar, daß wir nur durch eine Vergleichung der Vorgänge von verschiedenen Standpunkten aus das Verhältnis der Erde zu den andern Weltkörpern, zum Himmel, zu durchschauen vermögen.

Die Erscheinungen über unserem Gesichtskreise haben wir selbst beobachtet, konnten wir wenigstens beobachten, können es jederzeit. Nun müssen wir uns auf Erfahrungen anderer verlassen, wenn wir nicht etwa so glücklich sind, in ferne Gegenden zu reisen. Aber wir haben es hier nicht mit einem dogmatischen Glauben zu tun. Schon unsere eigenen heimatlichen Erfahrungen setzen uns in den Stand, die Richtigkeit jener fremden Beobachtungen zu prüfen.

117. Gesichtskreis von Triest. $45\frac{1}{2}^{\circ}$ Polhöhe. Zunächst soll unsere Reise nach Süd gehen. Wir haben bereits die Erfahrung gemacht, daß eine Verrückung unseres Standpunktes um eine geringe Strecke, wie etwa durch einen Spaziergang von wenigen Stunden, dem bloßen Auge

1) Einige Einzelheiten stellen die folgenden Anmerkungen zur Diskussion.

keine Veränderung an den Erscheinungen am Himmel darbietet; ändern wir also unsern Standpunkt gleich um ein Namhaftes; nehmen wir an, wir befinden uns in Triest. Auf den ersten Blick erkennen wir, daß die Sterne und Sternbilder¹⁾ dieselben wie in unserer Heimatsind, daß sie in derselben gegenseitigen Anordnung zueinander sich befinden. Aber auch in bezug auf die Lage gegen den Triester Gesichtskreis wird das unbewaffnete Auge kaum eine Änderung im Vergleich mit Wien finden. Dort wie bei uns steht der Polarstern ungefähr in der Mitte zwischen Zenit und Horizont, dort wie bei uns steigt an irgendeiner Stelle die Sonne ungefähr unter einem halben Rechten zu unserer rechten Hand über dem Gesichtskreise auf usw. Beobachten wir aber etwas sorgfältiger, dann zeigen sich uns allerdings Unterschiede. Wir müssen also in Triest, wie vordem in Wien, vor allem mit Hilfe des Gnomon die Mittagslinie und hierauf die Polhöhe bestimmen. Da finden wir denn, daß diese dort um ungefähr $2\frac{3}{4}^{\circ}$ kleiner ist als bei uns, der Polarstern steht um etwa 5 Vollmondbreiten dem Nordpunkte näher, um so viel tiefer als in Wien; die Polhöhe beträgt nur $45\frac{1}{2}^{\circ}$. Demnach²⁾ muß die Äquatorhöhe um $2\frac{3}{4}^{\circ}$ größer geworden sein ($44\frac{1}{2}^{\circ}$). Im übrigen bewegt sich dort, wie bei uns, die Himmelskugel um eine (u. zw. um dieselbe) Achse; dort, wie bei uns, geht die Sonne am 21. März und 23. September im Ostpunkte auf, im Westpunkte unter; dort wie bei uns liegen ihre Auf- und Untergangspunkte am 21. Juni am weitesten nach Nord, am 21. Dezember am weitesten nach Süd; doch sind die Morgen- und Abendweiten an diesen Tagen etwas kleiner als bei uns (nur 33° gegen $36\frac{3}{4}^{\circ}$), die Auf- und Untergangspunkte liegen dem Ost-, beziehungsweise Westpunkte etwas näher. Auch die Tagesbogen haben sich geändert; der Tagesbogen am 21. Juni ist etwas kürzer, am 21. Dezember etwas länger als bei uns. Ähnlich verhält es sich auch in der Zwischenzeit: die Tage sind im Sommerhalbjahr weniger lang als die gleichen in Wien, im Winterhalbjahr weniger kurz (längster Tagesbogen 227° , also längster Tag $15^h 8^m$, kürzester Tagesbogen 133° , also kürzester Tag $8^h 52^m$); dagegen sind sämtliche Kulminationshöhen der Sonne um $2\frac{3}{4}^{\circ}$ höher als die der gleichen Tage in Wien. Es ist klar, daß, insoweit die Wärme Triests und Wiens nur von der Sonne abhängig ist, d. h. ohne Rücksicht auf die durch irdische Verhältnisse (Einfluß von

1) Warum nicht vor den Sternen wieder die Sonne? Diese wird übrigens schon sechs Zeilen später angeführt und gleich darauf der Gnomon — es ist also unser anfangs nur auf die Sonnenbeobachtungen sich gründender Lehrgang durch obigen nicht etwa ausgeschlossen.

2) Diese und die folgenden quantitativen Angaben dürften besser als Anwendungen des Satzes von der Kugelgestalt (nachdem dieser vom Schüler durch den im folgenden § 7 skizzierten Lehrgang erreicht worden ist) im Unterricht vorgeführt werden; als Übungsstoff sind solche Zahlen dann ganz willkommen.

Bodenbeschaffenheit, von Wasser, von Wind und dgl.) bewirkten Modifikationen, jeder Tag in Triest wärmer sein muß als der gleiche in Wien, da die Strahlen der Sonne unter einem größeren Winkel auffallen. Als Resultat dieser Beobachtungen ergibt sich, daß sich an den Erscheinungen am Himmel nichts geändert habe und nur die Stellung des Gesichtskreises in Triest eine etwas andere als in Wien sei. Haben wir einen Himmelsglobus für Wien eingestellt, so können wir ihn für Triest richten, wenn wir die Kugel um die Ost-Westlinie um $2\frac{3}{4}^{\circ}$ gegen Norden drehen; wir halten also die Kugel (im Gestell) im Ost- und Westpunkte fest und rücken den Pol um $2\frac{3}{4}^{\circ}$ tiefer.“ [Es folgen 118. Gesichtskreis am Südeinde Europas. 36° Polhöhe. – 119. Gesichtskreis von Suez. 30° Polhöhe. – Dann:]

„120. Gesichtskreis von Assuan. $23\frac{1}{2}^{\circ}$ Polhöhe. Wir gelangen endlich nach Assuan, dem alten Syene¹⁾. Dort steht der Polarstern nur $23\frac{1}{2}^{\circ}$ (Fig. 37), etwa 47 Vollmondbreiten über dem Nordpunkte. Großer Bär und Kassiopeia sind nicht mehr Zirkumpolargestirne; dagegen sieht man im Süden viele neue Sterne und Sternbilder, darunter das berühmte südliche Kreuz. Am 21. März geht dort die Sonne (wie bei uns) im Ostpunkte auf und im Westpunkte unter, kulminiert aber $66\frac{1}{2}^{\circ}$ hoch, also höher als bei uns am 21. Juni. Die Aufgangspunkte rücken nun nach Nord und die Tage werden länger; beides aber weniger merklich als bei uns. Am 21. Juni ist die Morgenweite nur etwa $25\frac{3}{4}^{\circ}$, die Tageslänge nur etwa $13^h 23^m$; die Kulminationshöhe dagegen $66\frac{1}{2} + 23\frac{1}{2} = 90^{\circ}$, d. h. die Sonne kulminiert im Zenit. Der Schatten vertikaler Gegenstände fällt unter dieselben. Mittags am 21. Juni haben die Bewohner Assuans keinen Schatten; in einem offenen Brunnen spiegelt sich zu jener Stunde das Bild der Sonne.

Nun kehren die Aufgangspunkte zum Ostpunkte zurück, in welchem die Sonne am 23. September aufgeht, rücken dann noch weiter gegen Süd, bis die südliche Morgenweite am 21. Dezember $25\frac{3}{4}^{\circ}$ beträgt. Die Kulminationshöhen werden immer kleiner; aber selbst am 21. Dezember kulminiert die Sonne noch $66\frac{1}{2} - 23\frac{1}{2} = 43^{\circ}$, also noch immer höher als bei uns am 21. März, dem ersten Frühlingsstage. Mithin muß die wärmende Kraft der Sonne in Assuan am 21. Dezember, an jenem Tage,

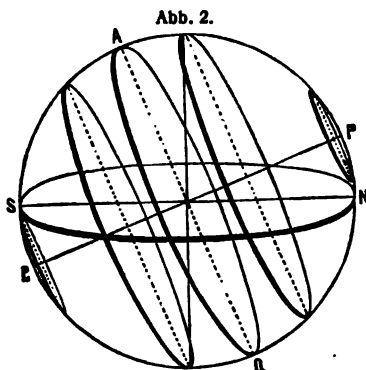


Abb. 2.
Fig. 37 aus PICK, Astronomische Geogr.: Gesichtskreis von Assuan, $23\frac{1}{2}^{\circ}$ Polhöhe. — Der Wendekreis geht durch den Zenit, der $66\frac{1}{2}^{\circ}$ ist Grenzkreis der Zirkumpolargestirne.

1) Vgl. den folgenden Paragraphen, S. 81 ff.

an dem sie am schwächsten ist, noch immer größer sein, als bei uns am ersten Frühlingstage, und am 21. Juni so groß als überhaupt möglich. Um einen für Wien eingestellten Globus für Assuan zu richten, müssen wir ihn nahe um 25° um die Ost-West-Linie drehen.“ [Es folgen 121. Gesichtskreis bei 20° Polhöhe (Nubien), 122. Gesichtskreis bei 12° Polhöhe (Tsana-See). – Dann:]

„123. Gesichtskreis an den Nilquellen. 0° Polhöhe. Wir gelangen an das Seegebiet der Quellen des Nils, an den Albert-Nyanzi- oder an den Ukerewe-See (Fig. 40). Dort steht unser Polarstern im Nordpunkte¹⁾,

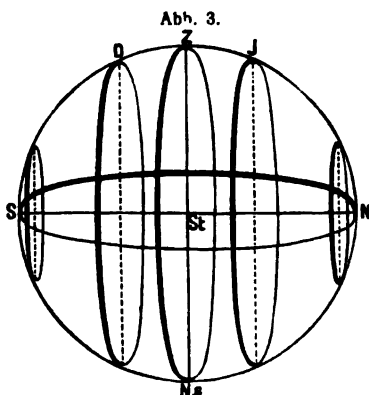


Fig. 40 aus PICK, Astronomische Geogr.: Gesichtskreis an den Nilquellen, 0° Polhöhe. — Der durch Z und Na gehende Kreis ist der Ost-West-Kreis und zugleich Äquator, in Z (Zenit) steht die Sonne am 21. März und am 23. September zu Mittag, in J am 21. Juni, in D am 21. Dezember. — Der Horizont teilt alle Parallelkreise in je zwei gleiche Teile, also Tag und Nacht durchs ganze Jahr gleich.

Polhöhe 0° , der Äquator geht durch den²⁾ Zenit — wir haben wagrechte Achsenstellung; der durch keinen auffälligen Stern bezeichnete Südpol liegt im Südpunkte. Die Sonne und die Sterne steigen nicht mehr schief, sondern senkrecht über dem Gesichtskreis auf. Morgen- und Abendweite sind der jedesmaligen Deklination gleich; sämtliche Tagesreisen werden durch den Gesichtskreis halbiert, Tag- und Nachtbogen aller sind gleich (180°). Es gibt keine Zirkumpolarsterne; jeder Stern — und so auch die Sonne das ganze Jahr hindurch — bleibt 12 Stunden über, 12 Stunden unter dem Gesichtskreise; nur im Nord- und Südpunkte liegen unverrückbar die beiden Pole, deren nördlicher durch den uns bekannten Polarstern markiert ist. Die Sonne geht am

1) Dies ist bekanntlich nicht genau richtig, da der Polarstern um $1^\circ 17'$ vom Himmelsnordpol absteht. Rechnet man dazu die Strahlenbrechung mit 0.4° , so ergibt sich, daß der Polarstern etwa drei Sonnen- oder Monddurchmesser über dem Nordpunkt eines Äquatorhorizonts stehen kann. — Einem Schüler, dem man jene Zahlen noch nicht mitteilen kann oder will, und für den es überhaupt noch nicht auf Genauigkeit, sondern vorerst auf Anschaulichkeit ankommt, könnte man etwa sagen: Für den Horizont einer Gegend unter dem „Äquator“ liegt der Himmelsnordpol im Nordpunkt des Horizonts. Bei „Pol“ mag sich der Schüler vorübergehend denken „Polarstern“; aber auch schon bis zur Berichtigung und Präzisierung dieser Schülermeinung ist wenigstens das Gewissen des Lehrers und Lehrbuchschreibers beruhigt.

2) Der oder das Zenith oder Zenit? Da arabisch sem t Maskulinum ist, dürfte richtig die neue offizielle Orthographie schreiben „der Zenit“ (ohne h).

M. KOPPE und Dr. KRUO bemerken zum Worte „Zenit“: Es ist entstanden aus sem t ar-ra's = Richtung des Kopfes = sem t = Zenit.

Ferner: Azimut = as-sem t = die Richtung.

Nadir bedeutet „wechselseitig, gegenüber“ im Vergleich zu Zenit.

21. März im Ostpunkte auf, kulminiert im Zenit und geht im Westpunkte unter. Von da an, in der Zeit unseres Sommerhalbjahres, kulminiert sie vom Zenit gegen Nord, in der andern Jahreshälfte vom Zenit gegen Süd. Am weitesten vom Zenit, $23\frac{1}{2}^{\circ}$ am 21. Juni und 21. Dezember, am ersten Tage $66\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Nordpunkte, am 21. Dezember ebensohoch über dem Südpunkte. Immer abgesehen von anderen meteorologischen Einflüssen müssen dort der 21. März und der 23. September die heißesten, der 21. Juni und der 21. Dezember die mindest heißen Tage sein, und zwar die beiden letzteren wegen der gleichen Kulminationshöhe der Sonne (trotz ihrer verschiedenen Stellung) gleich warm. Überhaupt teilt sich dort das Jahr in bezug auf den Einfluß der Sonne in zwei gleiche Teile; von Jahreszeiten in dem Sinne, wie bei uns, kann keine Rede sein.“ [Es folgen noch ebensolche Schilderungen in Nr. 124–132.]

Ein Lehrer, der im ganzen solche Schilderungen als vorbildlich für seinen Unterricht anerkennt, wird je nach den Anforderungen, die er selber an die Anschaulichkeit seiner Schilderungen geographischer Dinge stellt, vielleicht bald herausfühlen, wo und wie sich manches noch farbiger darstellen ließe – so durch Einfügung von Zügen aus dem Vegetationsbild; und wie namentlich, wenn den Schilderungen noch eine persönliche Note gegeben wird, indem man etwa die ersten Entdecker der langgesuchten Nilquellen selber sprechen läßt, deren Maß von Anschaulichkeit dem der Wahrnehmungsvorstellungen, die der Schüler in der Heimat von geographischen Dingen zu sammeln angeleitet und gewöhnt worden ist, nahekommt. Alle solche Belebungen seines Unterrichtes der Individualität des einzelnen Lehrers überlassend, wollen wir nur das letzte Beispiel von einem Ort „unter dem Äquator“ daraufhin noch einmal näher ins Auge fassen, ob das, was – nach Ausscheidung aller auf den Nachthimmel bezüglichen Mitteilungen und Schilderungen – übrigbleibt, einen Lehrstoff gibt, der einerseits nicht allzu dürftig und andererseits geeignet ist, mit anderen seiner Art (für einige wenige andere „Polhöhen“) tragfähige Bausteine zur bevorstehenden Lehre von der Kugelgestalt und Größe der Erde zu liefern.

Da dürfte nun an Stelle der ersteren Befürchtung, der eines zu dürftigen Stoffes, die Aussicht auf einen den Schüler lebhaft interessierenden ganz in dem Maße treten, als ihm das Bild der Sonnenbahn über der Heimat selber nicht mehr dürftig, sondern schon zu einer in sich reichen und ergiebigen Anschauung geworden ist. Wäre das Ertragnis des ersten Jahrganges in dieser Hinsicht nur ein mühseliges Eingelernthaben der Wörter „Wende-

kreise“ und „Äquator“ und der zugehörigen Monatstage 21. Dezember, 21. März usf. (vgl. o. S. 38), so würde sich diese Marter nur fortsetzen und verdoppeln, wenn es nun diese papierene Weisheit an die Nilquellen zu exportieren gälte.

Hatte sich dagegen im vorausgegangenen ersten Schuljahre der Schüler wirklich selbst überzeugt, daß die Sonne bei uns am 21. Juni, wann sie am höchsten steht, nicht einmal im Zenit stehe¹⁾, und erzählt nun der Lehrer, bei den Nilquellen stehe sie im Zenit, wann bei uns Frühling und Herbst ist, so knüpfen sich daran sofort neugierige Fragen des Schülers (ausgesprochen oder unausgesprochen): Ja, wie soll denn dann die Sonne am 21. Juni noch höher stehen, als sie schon am 21. März gestanden? An solche oder ähnliche Neugierden des Schülers wird dann der Lehrer seine weitere Schilderungen knüpfen: daß die Sonne am 21. Juni nördlich vom Zenit, am 21. Dezember südlich von ihm stehe, daß es also sowohl an unseren heißesten als an unseren kältesten Tagen dort verhältnismäßig am wenigsten warm sei, daß dagegen zu den Zeiten sowohl unseres Frühlings wie Herbstes, weil eben beide Male die Sonne im Zenit stehe, dort die größte Hitze sei usw. An Stoff fehlt es gewiß auch für die Schilderung astronomisch-geographischer Tatsachen schon eines fernen Erdenflecks nicht — immer vorausgesetzt, daß er dem Schüler für seine eigene Heimat ein dürftiger zu sein aufgehört hatte.

Was aber dann das didaktische Wie solcher Darbietungen betrifft, so sieht man sofort, indem man sich in einen solchen Lehrgang hineindenkt, wie sehr nun eine solche Schilderung auch schon eines fremden Himmels dazu geeignet ist, das aus der Anschauung des eigenen Himmels Erlernte in immer neuen Wiederholungen und Variationen zu befestigen und zu vertiefen — ganz besonders aber jeden Rest von Meinung zu beseitigen, als habe man sich um diese alltäglichen Erscheinungen am eigenen Himmel nicht zu kümmern. Wird es den Knaben nicht freuen, wenn er, sobald man etwa nach einer Reihe bewölkter Tage wieder zum erstenmal die Sonne zu sehen bekommt, sich das heutige Kalenderdatum überlegt, und dann nach dem im vorigen Jahr Gelernten schon weiß, die Sonne müsse heute so und soviel Grad (natürlich in der Regel nur in rohester Annäherung) südlich oder nördlich vom „Himmelsäquator“ stehen, und dieses Voraussagen etwa durch ein (fast ebenso rohes) Nachmessen bestätigt findet? Ebensogut aber kann er sich nun mit einem weiten Sprung seiner Phantasie an den Albert-Nyanza-See versetzen und sich sofort sagen, ob dort heute die Mittagssonne

1) Vgl. o. S. 55 Anm.

von Süd oder von Nord her scheint, wie es dort um diese Jahreszeit mit dem Grad der Hitze beschaffen sein wird u. dgl. m.

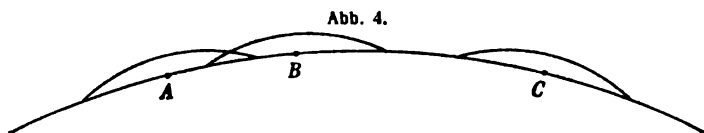
Es ist an dieser Stelle keineswegs nötig, daß wir – einstweilen in der Sprache des Lehrers, nicht in der des Schülers gesprochen – das geographische Schildern auch für andere „Breiten“ als die des „Äquators“ selbst noch didaktisch schildern. Dankbarer noch als von Äquatorialen mögen sie von polaren Gegenden sein, da wahrscheinlich der eine oder andere Schüler die prächtigen Bücher von NANSEN und SHACKLETON gelesen, ja verschlungen und davon sich hoffentlich auch etwas gemerkt hat, wenn z. B. die gewaltigen Affekte beim ersten Wiedererscheinen und beim letzten Untertauchen der Sonne für fast ein Halbjahr in glaubhafter und rührender Weise erzählt werden¹⁾.

Für jetzt vielmehr nur noch eine, auf den ersten Blick bloß theoretisch, wenn nicht gar müßig scheinende Frage, die wir aber bald als auch für den didaktischen Lehrgang entscheidend erkennen werden: Wissen wir, und wenn ja, woher wissen wir, daß die Sonnenbahn über was immer für fremden Horizonten überhaupt eine und dieselbe ist, wie die uns wohlvertraute über dem Horizont der Heimat? Wohlgemerkt „dieselbe“, nicht nur: alle Sonnenbahnen untereinander „gleich“²⁾. Ja, woher wissen wir auch nur, daß es eine und dieselbe Sonne ist, die von den verschiedensten Orten der Erde aus gesehen wird? Und ebenso

1) Dazu allenfalls als eine Art Gegenstück die fatale Geschichte von PEARY und COOK. Freilich ist das kolossale Aufsehen, das ihre angebliche (bei PEARY wirkliche?) Erreichung des Nordpols im Herbst 1909 erregt hat, so rasch verflogen, daß daraus allein schon das wissenschaftlich Unreelle jener Sportleistungen sich herausgestellt hat. – Wieder als eine Art Logikexempel aber könnte dem reiferen Schüler in den obersten Jahrgängen die Situation von damals vorgeführt werden, wie sie z. B. PENCK auf der Naturforscherversammlung Salzburg 1909 „auf allgemeines Verlangen“ (wieder ein Zeichen der damals brennenden Neugierde) geistreich und launig geschildert hat; z. B.: „Ich selbst war noch nie auf dem Nordpol; aber wenn ich schildern müßte, wie es dort aussieht, würde ich es ungefähr ebenso tun wie COOK.“ – Daraufhin mag sich der Schüler neben den geographisch-mathematischen Gedanken, daß innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der dort anzuwendenden Winkelmeßinstrumente die Lage des Pols kaum auf 100 Meter genau anzugeben wäre – auch noch seine erkenntnistheoretischen Gedanken machen, wieso und wieviel man doch von Dingen wissen kann, die noch nie ein Mensch gesehen und betastet hat.

2) Vgl. meine Logik (§ 25) über das (oft vernachlässigte) Auseinanderhalten von „derselbe“ und „der gleiche“, welche Unterscheidung aber sofort als berechtigt und oft unerläßlich eingesehen wird angesichts von Beispielen wie „Alle Soldaten desselben Regimentes haben dieselbe [?] Uniform.“

können wir hinsichtlich des Sternenhimmels fragen; und wir müssen sogar an bestimmten Stellen unserer Schlußkette, aus denen sich sehr allmählich auch schon für den Mittelschüler das „Weltsystem“ aufbauen soll, solche für das erste Hören freilich spitzfindig klingende Fragen aufwerfen. Namentlich nach unserem Prinzip, den Schüler beim unmittelbaren Sinnenschein möglichst, d. h. so lange festzuhalten, bis irgendwelche strenge Schlüsse diesen eben wirklich als bloßen Schein erkennen lassen, müßte ja schon die scheinbar so kleine (wenige Kilometer spannende) Himmelsglocke, die sich über jeden einzelnen Ort der Erde zu wölben scheint, eine Frage gleicher Art anregen: denn eben solche Glocken wölben sich ja auch über Orte von nur wenigen Kilometern oder Stunden Entfernung, und diese der Anschauung überall gleich unmittelbar und stark sich aufdrängenden „Glocken“, d. h. Kugelsegmente (keineswegs „Halbkugeln“, vgl. S.160), müßten



daher einander schneiden (Abb. 4) – kurz hier stimmt etwas auch schon für das Denken des kleinen Anfängers nicht, falls er nur überhaupt solche Dinge seines Denkens zu würdigen angehalten worden ist. Das gibt dann Vorübungen für den Übergang von der scheinbar allenthalben ebenen Erdoberfläche zur kugeligen.

Es wird im folgenden § 7 (S. 84ff.) darzulegen sein, wie die Sätze von der Kugelgestalt und Größe der Erde zwar wissenschaftlich besser durch Beziehung auf den Sternenhimmel (z. B. schon für den Satz „geographische Breite = Polhöhe“) gewonnen werden, daß es aber immerhin auch schon durch Beziehung bloß auf die Sonnenbahn möglich ist (und wirklich von ERATOSTHENES an der Sonne, nicht an den Sternen durchgeführt wurde). Und da unser Lehrgang für das zweite Schuljahr sich noch auf die Sonne beschränkt, auf die Sterne verzichtet, so muß uns auch die Sonnenbahn allein das nächste Glied der Schlußkette liefern, durch die wir zu einem Urteil über die gegenseitige Lage verschiedener Teile der Erdoberfläche gelangen. Wir haben die **Horizonte** verschiedener Orte der Erdoberfläche **nach der Sonnenbahn zu orientieren**. Das setzt aber voraus, nicht nur, daß es eine und dieselbe Sonnenbahn, sondern daß sie

auch hinreichend weit entfernt ist von den verschiedenen Beobachtungsorten, damit wir uns ebensogut nach ihr wie nach dem Polarstern orientieren können. Werden wir nun diese Übergangsglieder des Gedankenganges, der uns zur Kugelgestalt der Erde führen soll, dem Schüler glaubhaft, die einzelnen Gedankenschritte für ihn gangbar machen können?

Wir werden hiezu die bisher nur in größten Zügen gegebenen Schilderungen der gegenseitigen Lage der einzelnen Stücke der Sonnenbahn quantitativ etwas genauer ausgestalten. Das hatten wir uns ja u. a. auch aus dem ersten Jahrgang ausdrücklich für den zweiten (und die späteren) vorbehalten; es braucht auch jetzt nur angedeutet zu werden in folgender Lehrprobe, die natürlich nicht eine einzelne Schulstunde betrifft, sondern Stoff zu immer sich wiederholenden und erneuernden Betrachtungen bei verschiedenen Gelegenheiten des sonstigen geographischen Unterrichtes liefern mag:

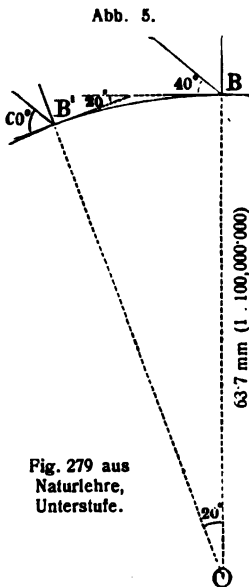
Von der Sonnenbahn, die der Schüler in der Heimat selbst beobachtet hat, weiß er, daß der Mittagsstand der Sonne am 21. Juni $23\frac{1}{2}^{\circ}$ höher war als der vom 21. März und dieser wieder um ebensoviel höher als der vom 21. Dezember. Das kann er durch die Schattenbeobachtungen des ersten Jahrgangs und das Nachzeichnen und Nachmessen einigermaßen genau selber gefunden haben und wird die genaueren Zahlenangaben vom Lehrer gern hinnehmen, ohne den Eindruck zu haben, daß man das einfach „glauben“ müsse. Vielleicht war gelegentlich sogar schon darauf aufmerksam gemacht worden, daß diese $23\frac{1}{2}^{\circ}$ während je dreier Monate in den sehr ungleichen Schritten von etwa 12° , weiteren 8° und endlich nur $3\frac{1}{2}^{\circ}$ erreicht werden¹⁾. — Ebenso nun präzisieren wir die Schilderungen für fremde Horizonte und leiten diese etwa wieder durch Fragen ein: Du hast am 21. April mittags nach Süden blickend, die Sonne um 12° höher steigen sehen als am 21. März. Wärest du nun nach Süden um einige hundert Kilometer gewandert, also der Mittagssonne näher [?] gekommen — sollten da nicht die Teile der Sonnenbahn weiter auseinander gerückt sein (wie du ja schon bemerkt haben wirst, daß die Bäume einer Allee auseinander zu rücken scheinen, wenn du dich ihnen näherst)? Wie mag das vollends erst für einen Afrikareisenden sein, der die Sonne am 21. März über seinem Scheitel gesehen hat? Aber siehe da, alle Reisenden, die von den einander fernsten Stellen der Erdoberfläche aus nach der Sonne geblickt und die Winkelabstände ihrer Orte am Himmel mit den

1) Daß die rechte Zeit für ein stärkeres Betonen dieser sehr ungleichen Zahlen erst viel später gekommen sein mag, wenn der Schüler des VI. Jahrgangs sie mittels sphärischer Trigonometrie abzuleiten vermag, vgl. u. S. 255.

feinsten Winkelmeßinstrumenten gemessen haben, finden nicht die kleinsten Unterschiede, ob sie nun von den Nilquellen oder von Wien oder Berlin oder von Hammerfest aus beobachten. Die Sonne muß also **unermesslich weit von der Erde** entfernt sein im Vergleich zu den Abständen der genannten Orte der Erde selbst. Wir können hienach die Strahlen, die die Sonne an die verschiedensten Teile der Erdoberfläche sendet, als im selben Zeitpunkt **parallel** zueinander betrachten.

Und so stehen wir jetzt unmittelbar vor der Frage: Wer ist daran schuld, daß die Sonnenbahn so ganz anders über dem Horizont der Nilquellen als über Assuan, über Triest, über Wien, über dem Nordkap steht? Sollte jeder dieser Orte seine eigene Sonnenbahn, ja Sonne, haben? Viel weniger sonderbar wird es ja doch sein, wenn wir uns denken, daß die Erde selber „schuld“ sei an diesen verschiedenen Lagen ihrer verschiedenen Horizonte gegen eine und dieselbe Sonne. Diesem Gedanken gehen wir jetzt nach – er wird uns belehren über die merkwürdige Behauptung, die ihr ja alle schon tausendmal gehört, bei der ihr euch aber immer viel zu wenig gedacht habt: daß die Erde eine Kugel von 40 000 000 m Umfang sei. Und hören wir, wie die Gelehrten schon vor 2000 Jahren diese wunderbare Behauptung zu beweisen angefangen haben.

§ 7. Gestalt und Größe der Erde. – Die herkömmlichen „Beweise“ für die Kugelgestalt der Erde. – Die Gradnetze der Erde, des Globus, der Karte.

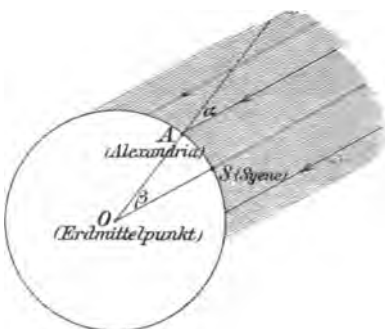


Angesichts der Ungeklärtheit der didaktischen Frage, wann und wie man den Schülern die große Wahrheit von der Kugelgestalt der Erde – nicht nur des Globus – bekannt geben soll, ist es ein Glück, daß es wenigstens rein wissenschaftlich nur eine einzige Methode zum Beweis der Kugelgestalt und zum Berechnen der Größe der Erde gegeben hat und gibt: Die Verbindung von **Winkelmessungen am Himmel** und von **Bogenlängenmessungen an der Erdoberfläche**. Eine Zeichnung wie in Abb. 5 sagt dem Kenner alles Wesentliche hierüber – vielleicht sogleich auch ohne viel Erläuterung schon dem zwölfjährigen Schüler; und auch rein geometrisch ist sie für ihn weder zu schwer noch allzuleicht.

Es ist aber beschämend, verraten zu müssen, daß bei so manchem Strauß, den der Schreiber dieser Zeilen während seiner dreißigjährigen Kämpfe für einen nicht dogmatisch-verbalistischen, sondern naturwissenschaftlich-realistischen Unterricht der „mathematischen“ Geographie mit Anhängern der genügsamen Globusmethode auszufechten gehabt hat, einige dieser Dogmatiker nie was davon gehört hatten, daß und wie als einer der ersten ERATOSTHENES¹⁾ zu einer Bestimmung der Größe der Erde gekommen ist, die wir noch heute als eine ganz achtbare Annäherung bewundern dürfen. Alles Nötige hierüber sagt dem Kenner — und auch dem 12jährigen Schüler — die Abb. 6 (sozusagen *in concreto*, was die Abb. 5 im Prinzip sagt). Wenn aber der Antidogmatiker dann nicht nur rhetorisch, sondern wirklich neugierig weiter fragte: „Ja, wie meinen Sie denn, daß man heute mißt und nachmißt, der Erdmeridianquadrant habe eine Länge von 10 000 km und die Erde habe nicht nur nach der Dimension Nord—Süd, sondern auch nach Ost—West (annähernd) kugelige Krümmung?“, so wurde mit mehr oder weniger verblaßten Reminiszenzen an Meridiangradmessungen, an die Definition des Meters als 10 000 000ter Teil des Erdmeridianquadranten (wonach also etwa gar jene Kilometerzahl und wohl auch die ganze „Größe der Erde“ nur „Sache der Definition“ wäre?!) — es wurde noch weniger bestimmt

mit Andeutungen über analoge Längengradmessungen geantwortet — um so selbstzufriedener aber darauf hingewiesen, daß „wir ja doch genug Beweise“ für die Kugelgestalt der Erde haben“. Der Schreiber dieser Zeilen durfte nun seinerseits versichern, daß er sie zwar auch unter diesem Namen kenne, aber nicht als wirkliche „Beweise“ für die Kugelgestalt anerkennen²⁾, geschweige denn verstehen könne, wie die Größe dieser Kugel und vollends die feineren Abweichungen von der Kugelgestalt, z. B. aus der Krümmung des Erdschattens bei Mondesfinsternissen, aus der Erweiterung des Horizonts bei vertikaler Erhebung, aus den Weltumsegelungen u. dgl. m., rechnerisch abgeleitet worden sein sollten? — Jede Hoffnung auf Verständigung über den didaktisch richtigen, ja einzig richtigen Weg, den Schülern eine wirkliche

Abb. 6.



Die Erdmessung des Eratosthenes
(Fig. 5 aus Oppenheim, „Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit“).

1) Vgl. in Anhang I (S. 347ff.) die ersten beiden Lesestücke aus WHEWELL und die Zugabe von WILHELM FOERSTER, S. 356ff.

2) Warum nicht — vgl. unten S. 93.

Einsicht in die beiden großen Lehren von der Gestalt und der Größe der Erde zu vermitteln, mußte von vornherein aufgegeben werden. Solchen gegenüber, die in ihrem Kampfe gegen — ERATOSTHENES „wissenschaftlich“ siegreich gewesen zu sein und auf immer zu bleiben hoffen.

Dagegen bleibt es eine sehr ernsthafte Frage, ob man, wenn auch wissenschaftlich noch so durchdrungen von der Einzigkeit jener Methode der Winkel- und Längenmessungen, diese in die Schulzimmer verpflanzen könne und dürfe schon zu einer Zeit, wo der Geographieunterricht die Kinder nicht länger auf die Lehre vom Globus darf warten lassen. Wir antworten auch auf diese Frage mit Ja, d. h. mit der These: Der Globus ist ein vollwertiges Lehrmittel erst für jenen Schüler, der die Bestimmungen der Gestalt (und der Größe) der Erde nach der Methode des ERATOSTHENES zu verstehen vermag. Der Beweis dieser These darf sich aber nicht auf rein theoretisch wissenschaftliche Gründe beschränken, sondern er muß auch die praktisch-didaktischen Hinweise mit enthalten, wie die Einführung in jenen Grundgedanken aller geographischen Messungen auf dem kürzesten Wege geschehen soll und daß sie dann über das Verständnis eines 12jährigen Durchschnittsschülers nicht hinausgehen.

Als Ziel unseres didaktischen Weges steht zunächst rein wissenschaftlich die folgende Raumbeziehung fest: Vorerst nur angenommen: die Erde sei eine Kugel, der Kreisbogen in Abb. 5 gehöre einer Meridianlinie an, B und B' seien zwei Beobachtungsorte mit einer Breiten Differenz von 20° . Dann werden die Vertikalrichtungen beider Orte mit den unter sich parallelen Lichtstrahlen, die von einem und demselben durch die Meridianebene beider Orte gehenden Gestirn kommen, Winkel einschließen, die sich ebenfalls um 20° unterscheiden. Ist überdies die Bogenlänge BB' gleich 1 Meter oder Stadien, so ist auch der Umfang des Meridiankreises bekannt. Erst aus diesem Umfang folgt dann rein planimetrisch der Halbmesser (und aus ihm wieder Oberfläche, Inhalt der Kugel, Fläche der einzelnen Zonen usw.).

In so abstrakter Fassung wird man nun Zwölfjährigen diese Lehre natürlich nicht vortragen wollen. Aber selbst rein wissenschaftlich mag es befremden, daß in dieser Fassung der erst zu beweisende Satz von der Kugelgestalt schon sogleich an die Spitze gestellt ist, freilich nicht als Behauptung, sondern als „Annahme“. Es ist aber wissenschaftlich wie didaktisch lehrreich, angesichts des von ERATOSTHENES historisch beschrittenen Weges sich einzugestehen, daß die zugrunde gelegten Beobachtungen, nämlich 1. und 2. die Sonnenstände in Alexandria und in Syene und 3. die Zahl der Stadien zwischen beiden Orten bei weitem nicht ausreichend gewesen wären, aus ihnen etwas über die Gestalt und

Größe der ganzen Erde auszusagen: aber es war eben die Kugelgestalt (genauer die Kreiskrümmung in der Richtung Nord-Süd) **präsumiert** worden, und auf Grund dieser Annahme¹⁾ konnte man so gleich an die quantitative Ausgestaltung gehen. Und das war nicht etwa ein willkürlicher oder gar logisch-leichtfertiger Schritt vom geraden wissenschaftlichen Weg; sondern noch heute sind ja das erste die einzelnen Breitegradmessungen; und erst nach diesen einzelnen Größenbestimmungen wird dann die von der Kreisform in bestimmter Weise abweichende Gestalt der einzelnen Meridianlinie (und durch sehr viel verwickeltere, weil auch Bestimmungen von geographischen Längen einschließende Messungen endlich die von der Kugel- und Ellipsoidgestalt unregelmäßig abweichende Gestalt des wirklichen „Geoids“) festgestellt.

Was nun von ERATOSTHENES bis in unsere Tage ein wissenschaftstheoretisch mehrfach lehrreicher logisch-methodischer Gang war, läßt sich, indem man wieder aus der Not eine Tugend macht, auch zu einem didaktisch-methodischen Vorgehen bei der allerersten wirklichen Begründung der Lehre von Gestalt und Größe der Erde (und also hinterher vom Globus) um- und ausgestalten; etwa so:

Wenn wir auch erst heute, an einem bestimmten Tag des zweiten Schuljahres, zum erstenmal dem Schüler wirklich Rechenschaft zu geben gedenken über das „Die Erde ist eine Kugel von 40 000 km Umfang“, so hat er ja doch schon lange vor seinem zwölften Jahr diese Behauptung gehört, hat im Geometrie- und Geographieunterricht das Kilometer als den 10 000. Teil des Erdmeridianquadranten definieren hören, — und wir kämen also jedenfalls zu spät, wenn wir ihm jetzt in seinem zwölften Lebensjahr eine ihm gänzlich neue Wahrheit zu verkündigen uns schmeicheln und ihm heucheln wollten. Der Knabe würde dieses Versteckenspielen einfach nicht verstehen; aber daß es sich diese „Größe“ 40 000 km Umfang, also 6370 km Halbmesser u. dgl. m. nicht anschaulich vorstellen könne, das spürt auch das Kind nur zu gut, und sieht auch bald ein, daß es diese Maße und daher auch die Lehren: die Gestalt der Erde selbst sei die einer riesigen Kugel und daher ihr Abbild ein „Globus“ — bisher eigentlich nur auf Treu und Glauben hingegenommen, sie aber nicht eingesehen, also auch nicht einmal eigentlich „verstanden“ hat.

Das dem Kind jetzt zum Bedürfnis und hiermit dem Lehrer zur Pflicht gewordene Vorwärtsführen vom Glauben zur Einsicht darf und wird

1) All dies Typische im logisch-methodischen Vorgang eines Ausgehens von Annahmen wird natürlich erst mit viel reiferen Schülern, dann aber im propädeutisch-logischen Unterricht der obersten Jahrgänge auch gewiß nicht ohne einen über die astronomische Geographie als solche weit hinausgehenden, allgemein bildenden Gewinn zu erörtern sein.

sofort bei der überraschendsten Behauptung, der von der Größe, einsetzen. Und hiefür dürfte es wirklich nichts Besseres geben, als jene Geschichte von ERATOSTHENES mit all ihrem anschaulichen Detail, nämlich der¹ bis auf den Grund des Brunnens in Syene scheinenden Sonne usw., zu erzählen, wofür die beiden „Lesestücke“ aus WHEWELL (Anh. I) und neueste Darstellungen z. B. in OPPENHEIM, „Astronomisches Weltbild“ nach Inhalt und Form musterhafte Lehrproben bieten.

Jener einen klassischen Beobachtung einige ihrer historischen Nachfolger zuzugesellen, mag sich auf beliebig viele spätere Gelegenheiten verteilen. Eine solche gibt z. B. im Physikunterricht des vorletzten Jahrganges die Lehre von der „Abplattung der Erde“ im Zusammenhang mit der „Abnahme der Schwere gegen den Äquator“ als eine Anwendung im großen der Lehre von der Fliehkraft bei Rotationen. Schon ein Jahr vorher war im Trigonometrieunterricht viel von Triangulierungen¹⁾ die Rede gewesen, wobei man natürlich von der ebenfalls klassischen Meridiangradmessung, die zur – nicht einwandfreien – „Definition“ des Meters geführt hat, mehr oder weniger eingehend sprechen wird.

Für jetzt aber, für die erste Lehre von der Größe der Erde handelt es sich wieder um das Minimum der Strenge und der Vorkenntnisse, mit denen sich dennoch schon eine wirkliche Einsicht in den Grundgedanken aller dieser Theorien und bis heute nicht abgeschlossenen praktischen Messungen dem Zwölfjährigen vermitteln läßt.

Dieses Minimum also gilt es nun didaktisch herauszupräparieren aus der eingangs (S. 80) formulierten wissenschaftlichen Beziehung zwischen Winkel- und Bogenlängenmessungen.

Grundlegend sind hiefür die Winkelmessungen und für diese wieder der Parallelismus der von Himmelslichtern auf die Erde kommenden Strahlen. Hier nun teilen sich die Wege der Wissenschaft und der Didaktik. Rein wissenschaftlich würde man natürlich viel lieber mit Fixstern- als mit Sonnenlicht arbeiten (die Fixsterne erscheinen als Punkte, sind noch viel weiter entfernt als die Sonne und daher ihre Strahlen noch mehr annähernd parallel usw. – alles für die Sprache des Kindes unschwer zurechtzumachen). Aber – aus den in § 5 ausführlich dargelegten Grün-

1) EPSTEINS „Geonomie“ (vgl. u. S. 133) bringt innerhalb des sehr ausführlichen II. Abschnittes „Gestalt und Größe der Erde“ (S. 76–227) ein reiches und vielfach auch zu mathematischen Übungsaufgaben unmittelbar geeignetes Material. Es sei insbesondere hingewiesen auf das 21. Kapitel „Die große französische Gradmessung“, das in sehr anschaulicher Weise die merkwürdige Geschichte der Unternehmung S. 103ff. schildert, auch auf Tafel XIII die Kette der 30 Dreiecke zur „Triangulation von Paris bis Evaux“ bringt.

den wünschen wir im Geographieunterricht der beiden ersten Jahrgänge nun einmal mit der Sonne auszulangen und die Fixsterne überhaupt noch nicht in die Debatte zu ziehen. Es fragt sich jetzt, ob wir bei diesem vom rein wissenschaftlichen Standpunkt gewiß künstlich zu nennenden Verzicht noch zu den Sätzen über Gestalt und Größe der Erde wenigstens annähernd ebensogut bei Beschränkung auf das Wissen des Knaben von der „Sonnen-schraube“ auskommen können, wie wenn wir schon die Kenntnis der Fixsternsphäre voraussetzen dürften? Wir haben schon S. 58 geantwortet: Ja. Denn jener Hauptgedanke, der Parallelismus der Sonnenstrahlen, d. h. daß die Sonne im Vergleich zu irdischen Dimensionen unermesslich weit von uns entfernt sei, läßt sich dem Schüler ja wohl glaubhaft machen – u. zw. nicht durch bloßes Suggestieren oder durch Scheinbeweise, sondern durch Hinweis auf wirkliche Messungen, von denen der Knabe einsieht, daß und wie sie anzustellen wären, wenn er sie auch nicht selber schon jetzt anstellt. Diese Tatsachengrundlage aber ist keine andere als wieder unsere Schraubenbahn der Sonne, gesehen von beliebig weit voneinander abstehenden Orten der Erdoberfläche. Daß, von wo immer beobachtet, die äußersten Windungen der Winter- und Sommersonnenwende $23\frac{1}{2}^{\circ} \times 2 = 47^{\circ}$ abstehen, läßt sich durch Messung prüfen; und der Schüler hat keinen Grund, der Mitteilung zu mißtrauen, daß die relativen Abstände der Sonnenörter am Himmel von den verschiedensten Punkten der Erde aus unzählige Male gemessen und nie merklich verschieden gefunden worden seien. In der dem Schüler erst viel später (am richtigsten im Trigonometrieunterricht, im Anschluß an den Auflösungsfall c, α, β) mitzuteilenden Sprache der Wissenschaft heißt das, daß für beliebig lange Strecken (richtiger: Bogenlängen) auf der Erdoberfläche eine von Null verschiedene „Sonnenparallaxe“ nicht zu erhalten ist. Aber auch ohne alle solche gelehrte Sprache können und müssen dem Schüler, sobald überhaupt die Rede sein soll von Strecken und Bogenlängen auf der Erde, die nicht direkt gemessen, sondern erst vom Himmel auf die Erde übertragen sind¹⁾, klare Über-

1) GNAU II, S. 14: „Zur Orientierung auf der Erde aber dient uns fortan das Koordinatensystem, das wir vom Himmel auf den Globus übertragen haben. Für Deutschland kam man in Quinta ganz gut ohne die Begriffe der geographischen Länge und Breite aus, in Quarta aber brauchen wir sie, und für die Bestimmung derselben haben wir nach den Erörterungen auf S. 9 und 10 die

zeugungen verschafft worden sein, daß im Vergleich zu solchen irdischen Distanzen die bis zur Sonne unermesslich groß seien.

Wie also, wenn die Kenntnis des Fixsternhimmels vorausgesetzt werden dürfte, sein Gradnetz an die Erdoberfläche herabprojiziert würde, denken wir uns auch bei Beschränkung auf die Schraubenbahn der Sonne vor allem ihre drei entscheidenden Kreise, die zwei Wendekreise und den Äquator, auf die Erdoberfläche projiziert.

Es mag eine überraschende und fast belustigende Zwischenfrage werden, was sich bei solchem Projizieren zeigen müßte, wenn nun das Stück Erdoberfläche zwischen den Wendekreisen auf der Erdkugel, die der Schüler längst auf dem geduligen Globus abgebildet gesehen hat, recht weit und kapriziös von einer Kugelgestalt abweiche, wenn die Erdoberfläche z. B. einem kantigen Körper angehörte; was ja, wenn wir von den Gebirgen einmal nicht abstrahieren, der Wahrheit gar nicht so fremd ist. Sogleich fallen hier dem Schüler die Komplikationen ein, die sich vor ihm (und sogar dem darstellenden Geometer) auftäten, wenn er alles, was er über Schattenlängen auf einem wagrechten Brett oder Feld gesehen und gemerkt hat, auf eine gegen Nord oder Süd, gegen Ost, Südost oder Nordost abfallende Ebene übertragen soll (was später im VI. Jahrgang wieder lehrreiche Trigonometriebeispiele liefert). Erst

Methoden in der Hand.“ – Auch im übrigen bringt GNAU sehr ausführliche Ratschläge zur didaktisch richtigen Verwendung des Globus und Warnungen vor unrichtiger, namentlich verfrühter. Z. B. GNAU II, S. 10: „Mit dem Globus, so hörte ich einmal, sei nicht viel anzufangen. Solche Ansicht wird sich nun gründlich widerlegen, falls wir denselben nicht nur kartographisch, sondern hauptsächlich in seinen Beziehungen zur Himmelskugel studieren, ihn mithin so aufstellen, daß die Achse nach den Himmelspolen zeigt und der Punkt des Globus, der den Beobachtungsort bedeutet, senkrecht unter dem wirklichen Zenit liegt“ usw. – GNAU I, S. 24: „Jedenfalls ist eine verständnisvolle und fruchtbare Verwendung des Globus erst in den Klassen möglich, wo im Unterricht der Blick über die Grenzen der Heimat und des Vaterlandes bereits hinausgeschweift ist, und wo man nachzudenken beginnt über das, was gleichzeitig von den physikalischen und organischen Sonderverhältnissen fremder Länder erzählt wird. Das gilt wohl erst für Quarta, wo wir in der allgemeinen Geographie wenigstens bis Süd- und Nordeuropa vordringen, und wo die Gestalt der Erde auch für die räumliche Orientierung bereits in Betracht kommt. Besonders fruchtbar für die Physik der Erde wird die Globuskunde erst in Tertia.“ – „Der Globus, in seiner Rolle als Vertreter der Erde, hat uns den örtlichen und zeitlichen Wechsel der Sonnenbestrahlung just so gezeigt, wie wir ihn optisch wahrnehmen würden, wenn wir in der Lage wären, von einem Archimedischen Punkte des Weltalls aus uns die Sache anzusehen“ usw. – Es ist nicht nötig, im einzelnen darzulegen, wie durch diese und andere Stellen unsere Unterscheidung zwischen einer „ersten Bekanntschaft mit dem Globus“ und einer „vertiefenden Lehre“ (gegen welche Bedenken erhoben wurden – vgl. S. 118 ff.) bestätigt wird.

aus solchen Zwischengedanken an nicht wagrechte Oberflächenstücke der Erde lassen wir die fruchtbare Abstraktion einer wirklich Wagrechten, eines „scheinbaren Horizontes“¹⁾, hervorstechen.

Und nun formuliert sich die zum Satz von der Kugelgestalt führende Frage so: Wie kommt es, daß die Schraubenbahn der Sonne zu verschiedenen Horizonten, zu dem von Wien, von Triest, von Assuan usf., so verschieden liegt, wie wir es von Anfang dieses Jahrganges her in allerlei anschaulichen Beschreibungen vernommen haben? Wer ist sozusagen „schuld“ an diesen Lageverschiedenheiten – die Sonnenbahn oder die Horizonte? Vielleicht fängt angesichts der so zugespitzten Frage noch im letzten Augenblick irgendein kleiner Schlaupkopf daran zu zweifeln an, ob es denn wohl überhaupt die nämliche Sonnenbahn, ja auch nur die nämliche Sonne ist, die man von verschiedenen Orten aus sieht. So wenig ernst aber ein solcher Zweifel von den Kameraden genommen würde (da sie ja zum Glück noch keine Erkenntnistheoriker sind), so wenig wird nun ein Zweifel an der Antwort sein: In eine und dieselbe Schraubenbahn der Sonne hinein (deren Windungen wir uns jetzt nach allen vorausgegangenen Betrachtungen schon nicht mehr an das blaue Firmament angemalt, sondern als „unendlich entfernt“ denken – was gleichzeitig den Schüler frei macht von der zweifelhaften Vorstellung der Bogenlängen an der Himmelskugel mit unbestimmtem Halbmesser [s. u. S. 160] und ihn an reine Winkel zu denken gewöhnt) sind die Horizonte verschiedener Stücke der Erdoberfläche in verschiedenen Lagen eingestellt (sozusagen eingelagert).

Und da, wenn wir von unserem Heimatsort der Sonne gegen Süden entgegenreisen, sich die Mittagshöhen an dem nämlichen Jahrestage stetig über dem Südpunkt erheben, so müssen die Horizonte an einer stetig gekrümmten Oberfläche aufeinander folgen, und zwar so, daß gleichen Änderungen der Winkel der Strahlenrichtung der Sonne gegen die Horizonte gleiche Bogen-

1) Die dogmatische Methode hat es natürlich leichter. Für sie geht der „wirkliche Horizont“ sogleich durch den Mittelpunkt der Erdkugel, der „scheinbare“ ist dann die parallele Tangentialebene und – der „natürliche Horizont“ kommt höchstens noch als ein weiterer Kunstausdruck zur Sprache. Gerade diesen „natürlichen Horizont“ dagegen in seiner konkreten Mannigfaltigkeit auffassen zu lassen, wie es „der alte Schorre“ (s. o. S. 54) noch von seinen Sekundanern des Kasseler Gymnasiums verlangt hat, würde natürlich einen solchen dogmatischen Lehrgang grausam oder mindestens unbequem stören.

längen an der Erdoberfläche entsprechen. Womit wir uns denn als Ertragnis aller dieser Anschauungen und Gedanken am Ende derselben den folgenden ersten Hauptsatz erarbeitet haben: Die Erdoberfläche hat in der Richtung Nord-Süd eine **Kreiskrümmung**.

Daß die Meridianlinie in Wahrheit kein Kreis, sondern eine Ellipse sei, muß keineswegs schon der Zwölfjährige zu hören bekommen. — Was soll man dann aber sagen zu dem herkömmlichen Satze: „Die Erde ist eine Kugel, an den Polen abgeplattet“? Mehr als einmal habe ich bei den armen Kindern, denen diese „Abplattung“ beigebracht worden war, Vorstellungen wie die konstatiert, daß der Erdkugel zwei Kappen abgeschnitten seien, etwa wie man ein weiches Ei kappt. Oder soll man den Zwölfjährigen etwas vom Rotationsellipsoid sagen? Alle diese Dinge haben doch offenbar sehr Zeit bis zu den obersten Jahrgängen; erst dort können auch diese Abweichungen von der Kugelgestalt durch Andeutungen über die zu ihnen führenden Messungsmethoden anders als nur dogmatisch bekannt gemacht werden.

Es bedarf nicht mehr so breiter didaktischer¹⁾ Anweisung, wie dann der zweite Hauptsatz, der von der ost-westlichen Krümmung, anzuschließen ist, damit der Beweis für die „Kugelgestalt“ vollständig sei. Jedenfalls lassen wir den Schüler selbst darauf kommen, daß von jenem ersten Satz der nordsüdlichen

1) Sachlich hängen bekanntlich alle Bestimmungen der geographischen Länge durchaus ab von Zeitbestimmungen. Bei unserer didaktischen Beschränkung einstweilen nur auf die Sonne (noch ohne Sterne) wäre also der Schüler vor allem aufmerksam zu machen auf das Zurückbleiben bzw. Vorausgehen der Räderuhr gegen die Sonnenuhr, allgemeiner: gegen die Ortszeiten bei Reisen in östlicher und westlicher Richtung. Manche Schüler haben schon Gelegenheit gehabt, solche Zusammenstellungen irgendwo zu sehen (wie in Wien auf dem Wetterhäuschen im Stadtpark; noch viel hübscher war eine Uhr im IV. Bezirke Wiens, die auf einer großen runden Glasscheibe, die durch ein Uhrwerk bewegt wurde, viele kleine drehbare Scheibchen mit Uhrzeigern trug, die, am unteren Ende durch ein Gewicht beschwert, sich unter ihren ein für allemal eingestellten Zeigern als Zifferblätter weiterdrehten und die Zeiten verschiedener Orte angaben). — Im ersten Unterricht wird man am einfachsten für den Äquator solche Zeitunterschiede schildern und zeigen, wie sich auch seine Kreisgestalt aus dem Entsprechen gleicher Bogenlängen und Zeitdifferenzen ergibt. — Dann später erst für die Parallelkreise höherer Breiten. — Als drastisches, ja für den Wissenden geradezu erschütterndes Beispiel NANSSENS Erzählung, wie er und sein Gefährte in den letzten Zeiten der Reise infolge tiefer Erschöpfung zweimal die Uhren aufzuziehen vergaßen und hiedurch völlig desorientiert waren hinsichtlich der geographischen Länge, deren Kenntnis ihnen doch so wichtig gewesen wäre, um zu wissen, wo sie bei ihrer Wanderung nach Süden eine Küste anzutreffen hoffen konnten.

Kreiskrümmung noch sehr viel zur „Kugel“gestalt fehlt. Hätte ERATOSTHENES nur die zwei Beobachtungen für den Meridian von Syene gehabt, so hätte die Erdoberfläche noch immer z. B. ein Zylinder mit jenem Meridian als Schnittkreis sein können, — wenn wir auch gar nicht kleinlich darauf bestehen, daß ja zwei Beobachtungen überhaupt viel zu wenig seien. Aber diesen Begriff des Meridiankreises auch als zugestanden und vom Schüler völlig verstanden vorausgesetzt, mag dieser nun angeleitet werden, sich selber (auch wenn er, wie es in dem oben, S. 82, über das Ausgehen von Annahmen Gesagten als sogar wissenschaftlich unumgänglich zugestanden ist, sogleich in kühnem Gedankensprung die ost-westliche Krümmung antizipiert) allmählich immer klarer die vor allem nötigen geometrischen Rechengesetze zu geben, welche Stellungen die an östlich gelegenen Orten (zunächst des Äquators) früher aufgehende Sonne¹⁾ zum Horizont und zu der durch jenen Meridiankreis gehenden Meridianebene haben muß, damit sich auch die bei östlichen und westlichen Reisen erreichten Horizonte wirklich zu einer ganzen Kugeloberfläche zusammenschließen.

Es muß vor allem dem Geographielehrer völlig klar sein, was alles er dem Geometrielehrer aus dem Lehrstoff künftiger Jahre nicht vorwegnehmen darf, wenn er nicht den „Beweis der Kugelgestalt“ über das Verständnis der Zwölfjährigen hinaus zwar exakter, aber eben einstweilen noch — unverständlich machen will. Wohl aber wird man dem neuen österreichischen Mathematiklehrplan dafür dankbar sein dürfen, daß er — von allen bisherigen Traditionen himmelweit abweichend — für die Geometrie des zweiten Jahrganges ausdrücklich gefordert hat, „Kugel, nach den Erfordernissen des gleichzeitigen Geographieunterrichtes“ (vgl. auch Bd. I die Lehrplantafel bei S. 430). Gewiß könnte die hiemit gegebene Gestattung nun ebenso den Geometrie-, wie den Geographielehrer zu Überschreitungen des unbedingt Nötigen

1) Als einen heiteren Beitrag zum Thema „Klagen und Anklagen“ überliefern wir der Erinnerung die folgende Reflexion, die sich ein bekannter Staatsrechtslehrer geleistet hat: daß es an der Westküste Skandinaviens viel wärmer ist, als es der geographischen Breite entspräche, sei um so wunderlicher, als ja doch die Sonne im Osten aufgeht und somit die östlichen Länder früher bescheint als die westlichen . . .

Übertroffen wird dieser Jurist nur noch durch den *tot disant* „Philosophen“ LUDWIG STEIN, der 1906 schreibt: „Die zähesten und widerstandsfähigsten Lebewesen müssen am Nordpol erfrieren, am Südpol verbrennen.“ — Es trifft sich hübsch, daß dieser gepriesene Aufklärer seine durch viele Jahre innegehabte Philosophie-Professur an der Universität Bern nun vertauscht hat mit der Herausgeberschaft der Zeitschrift „Nord und Süd“ . . .

verleiten; und es wird wohl einer bisher ebenfalls ganz ungewohnten Verständigung zwischen den Lehrern der beiden Fächer bedürfen, um hier zwischen einem Zuviel und einem Zuwenig die rechte Mitte zu finden. Aber ist es nicht didaktisch erfreulicher, wenn hiemit neue Aufgaben für die Didaktik der beiden Fächer gestellt sind, als wenn früher die beiderseitigen Lehrpläne in gedankenlosem Doktrinarismus sich um einander überhaupt nicht gekümmert, ja durch ungeschickte Ansetzung der Lehrstoffe den Lehrern jedes Zusammenarbeiten unmöglich gemacht hatten; so daß der Geographieschüler mangels der nötigen geometrischen Vorbildung geradezu mit geometrisch unmöglichen geographischen Definitionen hat gefüttert werden müssen?

Es sei hier ausdrücklich hingewiesen auf die klaffende Kluft zwischen den geographisch hergebrachten Definitionen und den geometrisch korrekten Begriffen, die der unvergeßliche MAISS¹⁾ an den vermeintlich bekanntesten Begriffen, wie Meridian u. dgl. aufgedeckt hat. Mögen die Geographen jene Vorwürfe eines Physikers und Mathematikers nicht als für sie kränkend empfinden und daher unbeachtet lassen! Schuldtragend waren ja die unseligen Lehrpläne — — und auch diese Schuld wollen wir ja wieder überwälzen auf die nicht mehr zu leugnende historische Tatsache, daß wir eben mit einer realistischen Didaktik aller dieser Dinge vor zwei Jahrzehnten noch gar sehr im Unvollkommenen steckten, — daß wir kaum vor den ersten didaktischen Anfängen standen.

Für unsere gegenwärtigen Ansprüche aber sei noch einmal ausgesprochen, daß auch der feinst ausgeklügelte Lehrgang in dieser besonderen Sache, der von der Gestalt und Größe der Erde, sein Ziel nicht erreicht hätte, wenn der also belehrte Schüler nicht von da ab seiner wirklichen Mutter Erde die

1) EDUARD MAISS, einer der ausgezeichnetsten österreichischen Schulmänner († 13. September 1900), hat auf dem Mittelschultag Wien 1890 ein Referat erstattet „Die Geometrie im geographischen Unterricht“ (Zeitschrift Österreichische Mittelschule, Jahrg. IV, 1890, S. 181–187). Nach MAISS „zeigt . . . die Erfahrung sehr häufig, . . . daß die Begriffe des Geographen für den Astronomen nicht brauchbar und auch für eine einfache Weiterbildung nicht geeignet sind, so daß eine völlige Neubearbeitung dieser Begriffe seitens des Astronomielehrers notwendig wird“. Das Ausgangsbeispiel ist die verbreitete Definition der „geographischen Breite“ als „Abstand des Ortes vom Äquator“, wobei „es schon jedem Anfänger sonderbar vorkommen“ muß, „wenn ihm der ‘Abstand’ des Ortes vom Äquator in Graden, Minuten und Sekunden angegeben wird“. Namentlich empfiehlt MAISS, „gleich im ersten geographischen Unterrichte die Begriffe Horizont, Meridian, Äquator als Ebenen zu entwickeln und zu definieren“ (S. 182) und „Man möge im ersten Unterrichte der Reihe nach die Begriffe der Hauptrichtungen des Horizontes, der Hauptrichtungen des Raumes, der Hauptgegenden des Horizontes entwickeln und dabei die erforderlichen geometrischen Übungen nicht übergehen“ (S. 185). So werde z. B. die geographische Länge zu definieren sein als „Winkel, den die Meridianebene dieses Ortes mit dem Nullmeridian einschließt“ (S. 186).

Kugelgestalt unmittelbar abzusehen sich gewöhnt hätte, sondern in ihr sozusagen wieder nur ein Abbild des Globus sähe. In dem Augenblick aber, wo mit einem solchen Erschauen der wirklichen Größe der wirklichen Erdkugel Ernst gemacht werden will, werden sich auch sofort wieder die im Anfang ganz unvermeidlichen psychologischen Hindernisse einer Anschaulichkeit solcher Dimensionen dem sorgsamem Didaktiker fühlbar machen: Wachsen denn nicht schon die Dimensionen der Erde, geschweige die des Himmelsraumes über alle psychologischen Gegebenheiten unseres „Sehraumes“ (HERING) unvermeidlich hinaus? Wir versparen positive Vorschläge für das hier nötig werdende „Zerbrechen“ der vorhandenen Raumanschauung (wie wir es S. 195 nennen werden) auf die Besprechung der „wirklichen“ Mondbahn mit ihrem Halbmesser von 60 Erdhalbmessern.

Für jetzt sei nur noch darauf hingewiesen, daß, wer dem Schüler nicht die so und so stark oder schwach „gekrümmte Erdoberfläche“ will ein bloßes Wort bleiben lassen, nun auch schon das scheinbar geschlossene Himmelsgewölbe (s. oben S. 78) nicht schonen darf. Abgesehen von dem so überaus häufig an der Spitze elementarster Beschreibungen zu lesenden Dogma, das Firmament wölbe sich als Halbkugel¹⁾ über dem Horizont

1) Nicht unbedenklich erscheint es aus diesen und einigen anderen Gründen, wenn GNAU mehrmals von der „Himmelskugel“ als etwas der Anschauung sich Darbietendem spricht und dieses als didaktische Vorbereitung für den Übergang zur Erdkugel empfiehlt. So I. S. 65 „... Kugelgestalt des Himmels und seine täglichen Bewegung. Erst die Vollkugelform des Himmels läßt uns die Kugelgestalt der Erde ahnen und begreifen.“ I. S. 36: „Durch die wiederholten Beobachtungen ist die Vorstellung nicht nur von der Kugelgestalt des Himmels, sondern auch von der täglichen Bewegung desselben um eine Achse, die Polarachse, befestigt, ohne daß anfangs erwogen wird, welchen Ort der Erde diese schneidet. Sie wurde aber in Gedanken bis zum jenseitigen Himmelspol verlängert, und schon beginnt die Ahnung von der Kugelgestalt der Erde aufzudämmern.“ – Nicht, daß hier meistens schon die Kenntnis des Fixsternhimmels vorausgesetzt wird, während wir uns noch ganz auf die Sonne beschränken, wollen wir hier betonen; sondern auch schon den Tageshimmel soll der Schüler nicht unbesehen für eine „Halbkugel“ hinnehmen. – Ein zehnjähriger Knabe fragte mich kürzlich spontan, warum denn das Himmelsgewölbe so sehr abgeflacht sei. Freilich ist auch hier fragen leichter als antworten. Aber ohne diese Tatsache der Abflachung müßten dann spätere Beobachtungen um so mehr unerklärt bleiben, ja sie könnten grundlegende Begriffe wie den des „Fixsternes“ ins Wanken bringen. Denn Sternbilder von eindringlicher Gestalt, wie z. B. der Schwan, erscheinen bekanntlich, wenn sie dem Horizont nahe sind, erstaunlich viel größer als nahe dem Zenit. Auf einer Halbkugel müßten also die „Fixsterne“ Tag für Tag auseinander- und zusammenrücken. – Bekanntlich sind die Erklärungen

– während es doch bekanntlich sich als Kugelkappe darstellt – wird man dem Schüler nicht Gedanken darüber ersparen, wie denn das nun sein soll: Über jedem Horizont wölben sich gleiche Kappen des Tages- und Nachthimmels, ihre Höhen scheinen kaum 1 km (die Schüler mögen sich in selbständigen Schätzungen versuchen), nach wagrechter Ausdehnung also etwa 3–4 km; müssen denn da nicht alle Kappen einander überschneiden? (Vgl. oben S. 78 die Abb. 4, und in § 3, S. 17, ferner in § 13, S. 195, die an sie geknüpften Folgerungen.) Im Verfolgen solcher Gedanken, die nicht in der finsternen Stube, sondern unter dem blauen Tag- und Nachthimmel selbst angestellt werden mögen, sprengt sich dann von selber die vermeintliche Himmelsphäre. Es ist wieder seltsam, daß solche Betrachtungen, wie es scheint, bisher nicht zum täglichen Brot eines Wirklichkeitsunterrichtes der Geographie gehört haben. Und doch – wie hätte in der scheinbar so kleinen Himmelskugel gar die nun auf 40 000 km Umfang (und im nächsten Jahrgang, wenn das 2π darangekommen war, auf 6370 km Halbmesser) ausgerechnete Erdkugel Platz? Werden aber dem Schüler solche Nüsse und – Himmelskugeln nicht zu knacken gegeben, was soll dann alles Gerede von der ungeheuren Erdkugel?

Genug dieser Anregungen – der Wirklichkeitsunterricht als solcher wird sie zeitigen, wenn er nur einmal selbst als eine Forderung nicht nur in der sonstigen physischen, sondern auch in der sog. „mathematischen“ Geographie zur Wirklichkeit geworden sein wird. –

Zum Schluß und zugleich zur Rechtfertigung dieses Paragraphen mit seinen vom Hergebrachten so vielfach abweichenden Vorschlägen nun nur noch ein kurzer Blick auf die Art und Weise, wie man es sonst gemacht hat, wir meinen die Kritik der herkömmlichen „Beweise für die Kugelgestalt der Erde“. – Wer mit diesen nicht ein für allemal zufrieden ist, wird dankenswerte Anregungen empfangen aus PICKS Astronomischer Geographie (1893, S. 102ff.), deren Hauptgedanken dann aufgenommen sind in HÖFLERS Physik (große Ausgabe) als Leitaufgabe 214. Hier der Wortlaut des Anfangs aus PICK:

für all das noch heute viel umstritten und jedenfalls psychologisch-physiologischer Art (die jüngsten und bis jetzt unwiderlegten Erklärungen dürften die von ZOTH sein – vgl. den ganzen weitverzweigten Streit in der Zeitschrift für Psychologie; vgl. u. a. Bd. 29, S. 140).

„**Viertes Kapitel. Andere Erscheinungen, welche auf eine Kugelgestalt der Erde hinweisen; sogenannte Beweise für die Kugelgestalt der Erde.**“

„146. Sogenannte Beweise für die Kugelgestalt der Erde. In den Lehrbüchern der Geographie wird die Kugelgestalt der Erde nicht aus einer Vergleichung der Erscheinungen an verschiedenen Punkten ihrer Oberfläche, wie hier geschehen, erschlossen, sondern es werden gewisse Erscheinungen als „Beweise“ hierfür angeführt. Diese Erscheinungen stehen nun allerdings mit der Kugelgestalt der Erde im Zusammenhange, und bei vollständiger Kenntnis aller Momente, welche bei denselben in Frage kommen, ist wohl auch jeder derselben beweisend; ohne diese Kenntnis aber, die meist erst erzielt werden kann, wenn die Kugelgestalt der Erde schon erkannt ist, sind sie gänzlich wertlos und können höchstens die Ansicht, daß die Erde eine Kugel sei, erschleichen. Wir wollen sie im folgenden näher prüfen“ usw. — Diese Prüfung ist auszugsweise wiedergegeben in der genannten LA. 214:

„214. Inwiefern ist keiner der sogenannten populären 'Beweise für die Kugelgestalt der Erde' für sich einwurfsfrei?¹)

Andeutungen: 1. Der überall kreisförmige Horizont: Auch auf einer unendlich sich ausdehnenden Ebene würden wir von jedem Punkte oberhalb derselben wegen der begrenzten Sehkraft unseres Auges nur kreisförmige Stücke überblicken (freilich würde dann der Umfang des Kreises sich ins Unendliche zu verlieren scheinen, während auf dem Meere der Horizont scharf abgeschnitten erscheint — zur Überraschung eines jeden, der dies zum erstenmal sieht). — 2. Zunahme der Größe des Gesichtskreises bei größerer Höhe des Beobachtungsortes²): Diese Zunahme folgt zwar aus der schon angenommenen Kugelgestalt der Erde. Wer aber von dieser noch nichts wüßte, würde auf

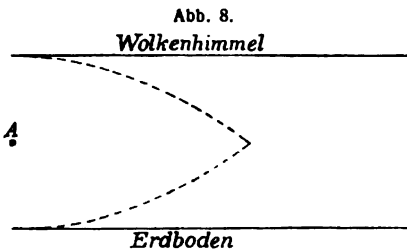
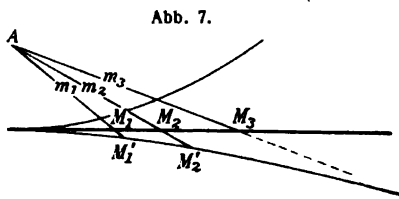
1) Vgl. zum Folgenden die „Zugabe“ von WILHELM FOERSTER in Anhang I, S. 358 ff.

2) Zu diesem „Beweise aus der Kimmung“ bemerkt Dr. N. HERZ in dem unten (S. 110, Anm.) erwähnten Vortrage: „Ich sehe nicht ein, daß der Schüler die verschiedene Lage des Sonnenringes gegenüber dem Horizonte verschiedener Orte selbst wahrnehmen kann, während er die Kimmung nicht sehen kann; ich denke, daß letzteres noch leichter wahrzunehmen ist als ersteres; selbst wenn der Schüler fortwährend von Triest bis Berlin hin- und herreisen würde, wird er den verschiedenen Anblick nicht so leicht erkennen. An demselben Orte vollends wird er sich auch auf den Ausspruch des Lehrers verlassen müssen. Ist also hiedurch die Kugelgestalt der Erde leichter ad oculos zu demonstrieren als durch die Kimmung?“ — Die Überprüfung dieser Einwürfe und Schlüsse bleibe dem Leser überlassen. Aber gesetzt, der Schüler könnte mehrere verschieden starke Kimmungen „sehen“ und auf sie hin allein schon die Gestalt der Erde als die einer Kugel erkennen — würde er aus der Kimmung auch die Größe der Erde so leicht abzuleiten verstehen, wie aus der „verschiedenen Lage des Sonnenringes“ zu Horizonten verschiedenen Bogenabstandes?

den direkten Anblick hin, der (wegen der irdischen Strahlenbrechung¹⁾) nicht nur eine Ebene, sondern sogar die schwach konvexe Erdoberfläche konkav („wie ein riesiges Waschbecken“) zeigt, die Konvexität keineswegs direkt sehen können. — Auch daß von Türmen, Schiffen bei zunehmendem Abstand vom Auge zuerst die unteren Teile verschwinden, die höheren noch sichtbar bleiben, könnte von der geringeren Durchsichtigkeit der unteren Luftschichten herrühren. — 3. **Krumme Begrenzung des Erdschattens bei Mondesfinsternissen:** Da die Mond-

1) So schrieb ich noch in meiner „Physik“; ich glaube aber jetzt, daß viel ausschlaggebender als ein solcher physikalischer Grund der folgende psychologische ist:

Bekanntlich unterschätzen wir alle einigermaßen großen Abstände; so daß wir z. B. im Hochgebirge eine Bergwand in fünf Minuten zu erreichen glauben, zu der sich dann der wirkliche Weg eine halbe oder ganze Stunde hinzieht. Also — wenn wir den Kunstausdrücken HERINGS „Sehraum, Sehört“ für den Augenblick den Ausdruck „Sehabstand“ nachbilden: Die Sehabstände werden verhältnismäßig um so kleiner, je größer die wirklichen Abstände sind; und sie erreichen bald eine Grenze; wofür z. B. der außer allem Verhältnis zu klein erscheinende Abstand des Mondes von der Erde das erste drastische astronomische Beispiel gibt (vgl. S. 197).



Zuerst nun fingiert, die Erdoberfläche sei eine unendlich ausgedehnte wagrechte Ebene, und wir blicken von einem Punkt A (Abb. 7) oder ihr zu verschiedenen Punkten M_1, M_2, M_3, \dots dieser Ebene, so erscheinen uns diese herangerückt in die Punkte m_1, m_2, m_3, \dots ; was also „das Waschbecken“ anstatt der Ebene gibt. — Wenn dann an Stelle der Ebene auch die wirklich schwach konvexe Meeresflächetritt, beträgt die Abweichung der ihr angehörigen Punkte M'_1, M'_2, M'_3, \dots von jener Ebene viel zu wenig, als daß sie nicht infolge jener psychologischen Täuschung immer noch weit aufgehoben würde und also immer noch „das Waschbecken“ gäbe. —

KOPPE schreibt mir in dieser Sache, daß er (gegen MARTUS) die Erklärung aus der irdischen Strahlenbrechung ebenfalls für nicht zutreffend halte. Sondern, wenn z. B. der Punkt A (Abb. 8) zwischen Erdboden und Wolkenschicht liegt, so sieht der Beobachter in A beide Ebenen in der Ferne zusammenstoßen, und beide erscheinen ihm als einander mit den konkaven Seiten zugekehrte Kugelabschnitte.

Ob dann der gemeinschaftliche Rand wirklich in Augenhöhe erscheint oder doch mehr oder weniger unter ihr, wäre erst durch direkte Beobachtungen zu überprüfen, die natürlich nicht durch vorgefaßte physikalische und psychologische Theorien verfälscht sein dürften; worauf dann erst das Maß der Abweichung auf die eine oder andere Art zu erklären wäre.

oberfläche selbst gekrümmt ist, so würde ein krummer Rand des Schattens sich auch erzeugen können, wenn an dem schattenwerfenden Körper (der Erde) ein gerader Rand wäre. — 4. **Reisen um die Erde:** Das in der Theorie angenommene „Reisen nach derselben Richtung“¹⁾, bis man zum Ausgangspunkt zurückkommt, ist trotz Schiffen und Wagen noch nie wirklich ausgeführt worden. Wohin das Umschiffen von Kontinenten führt, kann richtig nur beschrieben werden, wenn die Kugelgestalt der Erde schon vorausgesetzt ist. — 5. **Analogie zur Kugelgestalt der übrigen Weltkörper:** Diese ist höchstens von Mond und Sonne direkt zu beobachten (übrigens erscheinen auch diese wegen der mit der Entfernung sehr rasch abnehmenden Genauigkeit der Tiefenlokalisation als ebene Scheiben; vgl. wieder oben Abb. 7).

Alle hier nur ganz summarisch angedeuteten Einwendungen sind freilich durch näheres Eingehen auf die quantitativen Einzelheiten der Beobachtung (wodurch sie aber dann aufhören, „populäre“ Beweise zu sein) selbst wieder zu entkräften und bilden also nicht etwa wirkliche Widerlegungen des Satzes von der Kugelgestalt der Erde. In Wirklichkeit aber ist der Satz eben nur durch die Verbindung von Längen- und Winkelmessungen streng zu beweisen, und es finden sich dann die sonstigen Beobachtungen mit ihm (sowie mit dem Gesetz der Strahlenbrechung zu 1 und 2, der Projektionslehre zu 3 usf.) in vollem Einklang.“ —

Es sei gestattet, auch noch die Stelle hier wiederzugeben, in der schon V. 1889 sich zu der hier vertretenen Auffassung bekannt hatte: „Lichtvoll und unwidersprechlich hat Dr. Ad. Jos. Pick in einem Aufsatz ‘Die Kugelgestalt der Erde’ (Zeitschrift für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht von Hoffmann, II. Jahrg. 1871, S. 505 bis 511) und dann wieder in den ‘Elementaren Grundlagen der astronomischen Geographie’ (1883, S. 96. ‘Sogenannte Beweise für die Kugelgestalt der Erde’) gezeigt, daß die herkömmlichen Beweise Erschleichungen sind, und daß der einzig korrekte Weg, zu dem Satze von der Kugelgestalt zu gelangen, die Beschreibung des Anblickes ist, welchen der Himmel von verschiedenen Horizonten aus darbietet. — Aber selbst zugegeben, jene Berufungen auf die Weltumsegelungen, Erdschatten bei Mondfinsternissen, Kugelgestalt anderer Weltkörper usw. vermöchten im Schüler eine stärkere subjektive Überzeugung von der Kugelgestalt zu erzeugen, als die strengen Beweise aus der Vergleichung der Längenabstände auf der Erde und den zugehörigen Nei-

1) In einem Geographielehrbuch der Sechziger Jahre war dieser „Beweis“ gar so formuliert und illustriert: „Die Fregatte Novara fuhr am 30. April 1857 aus dem Hafen von Triest aus und kehrte nach zwei Jahren wieder in denselben zurück“. Kein Wort von „derselben Richtung“... Ein hübsches Logikbeispiel zum Titel „Zu wenig beweisen“ — unter das aber auch alle oben angeführten Beweise fallen, wenn auch weniger lustig.

gungen der Horizonte gegen die Kreise am Himmel, so ist doch eine Vorstellung von der Größe der Erde nur so zu erhalten und auch seit ERATOSTHENES noch nie anders erhalten worden.“ —

Es erübrigen nur noch wenige Worte darüber, wie sich nun die im Titel des vorliegenden Paragraphen genannten Aufgaben: „Die Gradnetze der Erde, des Globus, der Karte“ im Schulunterrichte mit Zwölfjährigen lösen lassen, ohne daß ein Zuviel oder ein Zuwenig an Strenge eintreten muß.

Daß wir das Gradnetz der Erde an erster, das der Karte erst an dritter Stelle nennen, entspricht wieder unserer Auffassung, daß die „Geographie“ eben eine Lehre von der Erde, nicht eine von der Karte sei. Im § 5, S. 61 ff. haben wir freilich begonnen mit den Gradnetzen auf der Karte — aber nur weil wir den Knaben nicht daran hindern können, von dem Tage an, da er sich seinen Schulatlas gekauft hat, diese Linien auf seinen Karten zu erblicken. Den eigentlichen geographischen Wert eines solchen Sehens der gedruckten Linien haben wir damals auf nicht viel mehr als Null eingeschätzt. Auch die Übungen im Aneinanderlegen zweier Kärtchen (S. 60) konnten und sollten nur einen sehr beiläufigen Vorblick geben, wie es mit dem Zustandebringen von Karten, die etwa nicht Selbstzweck, sondern doch wieder nur Abbild der zu „vermessenden“ Erdoberfläche sind, ungefähr zugehen möge. Und ist einmal zugestanden, daß es sich erstlich und letztlich doch nur darum handeln könne, was die „Meridiane und Parallelkreise“ mit der wirklichen Erde zu tun haben, so kann auch kein Streit mehr darüber sein, daß die richtige Zeit für ein eigentliches Erklären dieser graphischen Hilfsmittel und ihrer Begriffsbestimmungen erst dann gekommen sein kann, wenn der Knabe die wirkliche Gestalt dieser Erde verstanden, und wenn er hieraus und aus mancherlei dazukommenden Erwägungen, vor allen der ihrer unüberschaubaren Größe, eingesehen hat, daß man sich an ihrer kugeligen Oberfläche nicht durch ebenso handgreifliche „Koordinaten“ orientieren könne wie etwa an den Straßen- und Hausnummern einer in quadratischen Vierteln gebauten amerikanischen Stadt.

Natürlich wird, wenn einmal die Einsicht von der Kugelgestalt der wirklichen Erde ehrlich mit und von dem Schüler erarbeitet ist, der Globus das ungekünstelte und von da ab unentbehrliche Bindeglied zwischen der wirklichen kugeligen Erdoberfläche

und der ebenen papiernen Karte sein; und ROUSSEAU Spottwort „Die Erde ist eine Kugel von Pappendeckel“ (s. u. S. 105) wird nicht mehr etwa verleiten, in einer Übertreibung der „neuen“ Methode, von der Erde zur Karte statt umgekehrt vorzugehen, etwa gar noch den einen oder den anderen allzu reformfreudigen Lehrer globusscheu zu machen.

Unter allen diesen Voraussetzungen wird man natürlich im II. Jahrgange unmittelbar anknüpfen an das, was der Schüler im ersten Jahrgange über die Nord-Südlinie gelernt hat, die durch einen bestimmten Punkt etwa des Schulhofes geht. Diese wirkliche Linie auf der wirklichen Erde denkt er sich nun erweitert nach Norden und nach Süden, bis sie sich zum Kreis zusammenschließt: **Meridianlinie**. Bei richtiger Pflege des drei- (nicht nur zwei-)dimensionalen geometrischen Denkens¹⁾ ist es nicht schwierig, sich den Beobachtungsort um ein Stockwerk, um eine Bergeshöhe höher oder in die Tiefe eines Schachtes verlegt zu denken: **Meridianebene**.²⁾ Dann die Vorstellung, daß eben-solche Beobachtungen an einem östlich oder westlich gelegenen Orte angestellt und erweitert worden seien: Durchschnitt je zweier Meridianebenen in der Erdachse: **Erdnordpol, -südpol**. Jetzt Ersetzung der wirklichen buckeligen Erdoberfläche durch eine ideale Kugel, eine ideale Erdoberfläche, auf der jene eigentlichen Meridianebenen erst die Meridianlinien als Trassen erzeugen; und eine solche idealisierte Kugel ist nun auch der **Globus**. Von da ab muß sogar ganz überwiegend an die Stelle des physischen Bildes von der wirklichen Erde das geometrische der mathematischen Kugel treten. Und es ist nun — wenigstens im Prinzip, das aber weder die Geometrie- noch die Geographielehrer totreiten werden — eigentlich rein Sache des Geometrieunterrichtes, aus dieser Kugelgestalt alles, z. B. das für die Breitenkreise der geographischen Breite nicht proportionale³⁾, sondern nächst dem Äquator langsame, gegen die Pole hin immer raschere Abnehmen des Umfangs der ganzen Parallelkreise und ihrer einzelnen Bogengrade, abzuleiten.

1) Vgl. Bd. I. S. 129, 430 u. a.

2) Vgl. oben S. 90, MAISS' erste These.

3) Erst viel später, im VI. Jahrgang, läßt sich, dann aber geradezu als typisches Beispiel für die Funktion \cos , sagen und begründen, daß $r = R \cos \varphi$ und ebenso $u = U \cos \varphi$. Aber auch schon im II. Jahrgang läßt sich zeigen und erklären, daß z. B. der Radius des Parallelkreises von Petersburg unter 60° n. B., also bei zwei Drittel des Quadranten von 0° bis 90° n. B., doch erst bis zur Hälfte des Erdradius abgenommen hat; und dann im III. Jahrgang, daß für 30° n. B. der Radius r bloß auf $0,866 \dots R$ abnimmt; denn beides erfordert nur die Kenntnis des gleichseitigen Dreieckes, dort ohne, hier mit pythagoreischem Satz und Quadratwurzel $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,866 \dots$

Der Geographielehrer sieht deutlich – vorausgesetzt, daß sich die oben verlangte und erst durch die neuen Lehrpläne¹⁾ möglich gewordene Fühlungnahme mit dem Geometrielehrer wirklich vollzogen hat – wo er mit dieser „vertiefenden Lehre vom Globus“ dem Geometrieunterrichte späterer Jahre nicht vorgreifen darf, ohne für jetzt dem Schüler schon wieder unverständlich zu werden. Maßhalten wird auch bei dieser „vertiefenden Lehre“ einer der wichtigsten Ratschläge sein, die sich aber der Lehrer gewiß von selbst gibt, sofern er nur den Mut gefunden hat, von allen bloßen Traditionen sich frei zu machen; denn diese waren eben vielfach keine guten, weil sie den Forderungen eines Wirklichkeitsunterrichtes nicht hinreichend treu gewesen sind.

Daß endlich das, was der Globus als Gradnetz zeigt, auf der ebenen Karte nur in Annäherungen wiedergegeben werden kann, weil eben die Kugeloberfläche keine abwickelbare Fläche²⁾ ist, läßt sich auch dem Zwölfjährigen schon begreiflich machen, auch wenn man ihn mit allen näheren Mitteilungen über developpable oder nichtdeveloppable Flächen gerne verschont. Natürlich wird man sich aber dabei auf jene negative Beziehung beschränken müssen, und positiv kaum schon etwas auch nur annähernd Vollständiges über die Prinzipien der verschiedenen Projektionsmethoden³⁾ und ihrer Vorteile (relative

1) Vgl. Bd. I, S. 430.

2) So sehr die bloßen Wörter „abwickelbar (developpabel)“ erschreckend klingen, wenn man sie einem zwölf- oder dreizehnjährigen Knaben zu Gehör gebracht denkt, so kann sich die Sache doch sehr viel einfacher und überzeugender gestalten, wenn sie zu einer buchstäblich handgreiflichen gemacht wird. Es kann ja sehr wohl dem Schüler einfallen, sich einmal selber einen „Globus“ aus Papier anfertigen zu wollen (ja er hat solche Kugelnetze vielleicht schon in der Spielwarenhandlung gekauft und sie dann durch warme Luft aufblähen und als Montgolfiären steigen lassen); gesetzt dann, er schneidet die krummen Ränder der Kugelzweiecke anfangs ganz nach Outdünken und dem Augenmaß zu, so überzeugt er sich sogleich, daß sich einem namentlich etwas steiferen Papier zwar eine Kreiskrümmung von Süd nach Nord, nicht aber zugleich von Ost nach West erteilen läßt. – Alle solchen zunächst negativen Erfahrungen präzisieren sich für den Schüler, wenn er sich mit unserem Himmelsglobus (s. u. S. 177), besonders dem Zusammenkleben desselben aus den Modelliernetzen beschäftigt. Im VI. Jahrgange mag er dann endlich darauf kommen, daß die Ränder Sinuskurven sind, und vielleicht dringt er dann auch vor zu den sehr mannigfaltigen planimetrischen und stereometrischen Entdeckungen (vielleicht sogar zu den Differentiationen und Integrationen), die die „Netzkugel“ betreffen, und auf die ich selbst erstmals geführt wurde, als ich den Himmelsglobus herauszugeben im Begriffe war; vgl. Bd. I, S. 293–309 die „Lehrprobe II. Netz, Oberfläche und Kubikinhalt des Zylinders und der Kugel“).

3) Vgl. unten S. 271 ff. die von SCHÜLKE ausgewählten Übungsbeispiele zur Mathematik.

Größentreue, absolute Winkeltreue) sagen können. Das Aller-nötigste hierüber kann dem Schüler fürs allererste nur das Augenmaß geben, und es wäre schon viel, wenn er unter mäßiger Anleitung des Lehrers von selbst an die besondere Wichtigkeit einer winkeltreuen Abbildung unter Aufopferung der Konstanz des Längenmaßstabes vor-ausdächte.

Sollten aber selbst manche derartige Verfeinerungen der mit dem Gradnetze der Karte zusammenhängenden Vorstellungen als für einen Zwölfjährigen noch zu schwierig erscheinen, so raten wir dem Lehrer zu jeder noch so weit gehenden Ermäßigung seiner Ansprüche in dieser Hinsicht, solange sie nur nicht unter das Niveau herabgehen, das wir als die unverrückbare Basis jeder Reform auch schon des elementarsten Unterrichtes der mathematischen Geographie ansehen müssen: daß er niemals die Karte und den Globus mit ihren Gradnetzen an Stelle der wirklichen Erde und der Orientierung auf ihr nach der Sonne treten läßt. Das wäre dann eben allzu wörtlich nur mehr ein „*Orbis pictus*“, ein bloß „gemalter Erdkreis“; ihm hat die Geschichte der Pädagogik längst, unbeschadet aller Hochschätzung für des COMENIUS Vorarbeiten zu einem wirklichen Anschauungsunterricht, das tadelnde Prädikat „Verbaler Realismus“ angeheftet.

Schmeicheln aber nur auch wir uns nicht, daß wir im Unterricht der „mathematischen“ Geographie schon am Ziele eines wirklich realistischen Unterrichtes seien, machen wir uns vielmehr darauf gefaßt, daß man in 50 Jahren nicht gerade unserer Zeit das Zeugnis geben wird, „wie wir's zuletzt so herrlich weit gebracht“: dann werden wir nichts Beschämendes, sondern nur ein Anzeichen frischer Entwicklung darin erblicken, wenn wir die bisher von uns verfochtenen Prinzipien noch mehrfach umstritten sehen. Einem solchen förderlichen Streite sei der folgende § 8 gewidmet; es könnte uns nur freuen, wenn vieles in ihm recht vielen Lesern schon überflüssig erschiene – falls sie nicht lieber die Seiten 100–119 ganz überschlagen.

Unmittelbar vor Abschluß des Druckes beruhigt uns das S. 21 u. 31 kurz, S. 336 etwas ausführlicher erwähnte Heft von LANNER darüber, daß ein weiterer Versuch zur Verständigung (z. B. in Sachen der „Schraubenbahn“ der Sonne) noch nicht gegenstandslos ist.

§ 8. Zusammenfassung und Ergänzungen: Zur Abwehr alter und neuer Bedenken gegen die neuen Lehrpläne. – „Mathematische“ oder „astronomische Geographie“? – Die Überleitung vom geographischen zum physikalischen Unterricht in der Erd- und Himmelskunde. Einfachste Vorrichtungen zu Sonnenbeobachtungen.

So wären denn durch die §§ 5, 6, 7 Lehrstoff und Lehrgang desjenigen Stückes sog. „mathematischer“ Geographie umgrenzt und skizziert, das innerhalb dieser ersten zwei Schuljahre (ja vielleicht auch für alle späteren) notwendig, aber auch ausreichend sein wird für die Bedürfnisse der Geographie als solcher und in keiner Weise mehr drückend für den Schüler.

Leider aber stehen dieser Hoffnung immer auch noch Befürchtungen gegenüber – die, weil sie u. a. sogar an hervorragender Stelle¹⁾ geäußert wurden, auch uns Hoffende das Fürchten zu

1) Nämlich in der Zeitschrift für Schulgeographie (XXX. Jahrg. 1909, 8. Heft) innerhalb der Abhandlung „Die Geographie im neuen österreichischen Lehrplane“. – Es sei gestattet, den Namen ihres Verfassers ganz aus dem Spiele zu lassen und nur zu bemerken, daß dieser ein ausgezeichnete Schulmann ist, der der Methodik des geographischen Unterrichts allgemein geschätzte Arbeiten gewidmet hat. Eben dieser Umstand berechtigt uns aber auch, in jener Kundgebung der Ztschr. f. Sch.-G. mehr als bloß zufällige Ansichten eines einzelnen zu sehen, verpflichtet uns vielmehr zu neuerlichem Besinnen über die tiefer liegenden Gründe, warum wohl gerade seitens mancher Geographielehrer die um das Schlagwort „Sonnenbahnmethode“ sich gruppierenden Forderungen noch immer als fremdartig und unbequem empfunden werden mögen.

Es sei bei diesem Anlaß in Erinnerung gebracht, daß schon um die Zeit meines Vortrages von 1889 die Ztschr. f. Sch.-G. mich heftig angegriffen hat (durch Herrn JARZ, späteren Landesschulinspektor). Ein zureichender Grund, auf die damaligen Angriffe einzugehen, lag und liegt für mich nicht vor, denn der sachliche Inhalt der Abhandlung von JARZ war nur eine Art Auszug aus einem Programm von Prof. Dr. WILHELM SCHMIDT „Zum Unterrichte in der mathematischen Geographie am Untergymnasium nach dem Lehrplane und den Instruktionen vom Jahre 1884 (Wien 1889. Im Selbstverlag)“. Seine Eingangsworte lauten: „Den unmittelbaren Anlaß zur Abfassung des vorliegenden Aufsatzes gab ein Ende März von Prof. Dr. A. HÖFLER im Verein 'Mittelschule' in Wien gehaltener Vortrag usw.“ Wiewohl der Inhalt dieser Abhandlung ein wesentlich polemischer gegen meine damaligen Vorschläge ist, möchte ich auch jetzt noch nicht versäumen, auf die Fälle wertvoller Anregungen hinzuweisen, deren Durchführung mir freilich größtenteils an anderen als den von SCHMIDT empfohlenen Stellen des Unterrichtes versucht werden zu müssen scheint, wenn sie für den Schüler zu voller Wirksamkeit kommen sollen. Auf einzelnes, namentlich die Beschränkung auf die „mittlere Tagesbahn der Sonne“, komme ich unten (S. 131) zurück.

Damit aber wenigstens die damalige Streitlage erkennbar sei, seien hier anmerkungsweise meine Bemängelungen des Lehrplans von 1884, den dann



lehren solange drohen, als sie eben nicht ausdrücklich widerlegt sind. Zwar haben wir keine Furcht, daß sich in dem vorliegenden Lehrgang grundsätzliche, sachliche oder didaktische Fehler

SCHMIDT gegen mich verteidigen zu müssen glaubte, wiedergegeben. Ich hatte im V. 1889 gesagt:

„Wenn ich nun den hiermit vorgezeichneten Lehrgang zunächst nur im Hinblick auf die didaktischen Grundsätze des naturwissenschaftlichen Unterrichtes als solchen in seinen Hauptzügen überblicke, so ist der Gesamteindruck der, daß wirklich an der Mehrzahl der Stellen so nachdrücklich auf die Pflege lebendiger Anschauung, auf das Anknüpfen theoretischer Begriffe und Sätze an die unmittelbare Beobachtung der Erscheinungen am Himmel selbst hingewiesen ist, wie es ein Lehrplan, der nicht wie dieser zunächst geographische, sondern ausschließlich naturwissenschaftliche Interessen als solche vertritt, auch nicht entschiedener tun könnte. — Leider aber muß ich sogleich das Geständnis hinzufügen, daß ich zwischen die so überwiegend planvollen Darlegungen einzelne Stellen eingesprenzt finde, die ich mir schlechterdings nicht mit den übrigen zusammenzureimen vermag. „Zwei Seelen wohnen ach in meiner Brust“ — fast möchte man weiter zitieren: „Die eine hält mit klammernden Organen“ sich an eine Tradition, die nichts Besseres für sich geltend machen kann, als daß sie eben die Tradition ist. „Die andere hebt gewaltsam sich vom Dust . . .“

Von dem Geiste echter, fortgeschrittener Didaktik sind die Stellen getragen, welche verlangen, „den Unterricht mit den Elementen zu beginnen, welche das Landschaftsbild der Umgebung zusammensetzen . . .“ und vom Firmament, den Himmelslichtern, den Tages- und Jahreszeiten einfach als charakteristischen Zügen dieses Bildes (S. 105) und ebenso später als Zügen des im eigentlichsten Sinne geographischen Typus fremder Länder zu sprechen (S. 127). An diesen „landschaftlichen Gegensatz“ (S. 133) soll dann erst in der dritten Klasse die astronomische Geographie angeknüpft werden, vom Horizont des Heimatortes soll ausgegangen werden, um — ebenfalls erst in der dritten Klasse — „zur Kugelgestalt der Erde zu gelangen“ (S. 133). Aus der Beobachtung von Fixsternen mit Deklinationen von 0° , 30° , 60° , 90° soll der Satz von der Achsendrehung der Erde (ib.), aus den „Rückläufen der Planeten“ soll der Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne abgeleitet werden (ib.). — Ich will sogleich hinzufügen, daß der positive Teil meiner Vorschläge kein anderes Ziel haben wird, als diesen Lehrgang der astronomischen Geographie als den allein logisch und didaktisch berechtigten zu erweisen. Aber vorläufig noch ganz abgesehen von berechtigt oder unberechtigt: Wie läßt sich mit jenen Weisungen der Rat der Instruktionen in Einklang bringen, daß „der Lehrer . . . gleich nach den vorbereitenden Übungen zum Globus übergehen . . .“ solle (S. 110), daß ein Globus stets am Pulte des Lehrers zu stehen habe, und daß „mit der Vorstellung von der Drehung des Globus(!) in der Richtung der Erdrotation . . . die Anfänge der mathematischen Geographie gegeben“ (S. 116, 117) seien?! Und zwar die „Anfänge“ (!) in der ersten Klasse. Ebenso haben noch in der ersten Klasse „in der Drehung des Globus(!) . . . die Schüler schon längst(!) die Anschauung von Parallelkreisen, von Äquator und Polen erhalten . . .“ Erst in der zweiten Klasse aber soll es dann „an der Zeit“ sein, nicht nur den Begriff(!) der geographischen Breite, sondern auch die Bedeutung(!) derselben für einen Ort, soweit . . . das Emporstelgen der Sonne . . . und ihre Mittagshöhe in Betracht komme, den Schülern darzulegen“ (S. 121). — Und doch hatte es (S. 106) geheißen, daß „eine klare Vorstellung

oder gar Unmöglichkeiten fänden; umsomehr aber die, daß an-
gehende Lehrer, auch wenn ihnen der Lehrplan und unsere Vor-
schläge zu ihm eingeleuchtet haben, wieder unsicher werden,
wenn so heftigen Angriffen gegen das verlangte Neue nicht auch
wenigstens ein Versuch, sie Punkt für Punkt als mißverständlich
zu erweisen oder sonst zu entkräften, entgegengestellt würde. —
Ehe wir aber im folgenden auf die neuesten Angriffe der Ztschr.
f. Sch.-G. eingehen, seien aus V. 1889 die Stellen wiedergegeben,

von der Tagesbahn der Sonne . . . eine Grundlage der mathematischen Geo-
graphie ist“.

Es ist für objektiv wissenschaftliche Beurteilung des pädagogischen Wertes
dieser einander völlig widersprechenden Weisungen ohne Nutzen, Vermutungen
darüber anzustellen, inwieweit sich diese Widersprüche etwa daraus erklären
und entschuldigen lassen, daß die einander gegenüberstehenden Thesen viel-
leicht verschiedene Verfasser haben, zwischen denen befriedigende Kompromisse
zu erzielen nicht gelingen konnte. Jedenfalls aber ist es von größtem objek-
tiven Interesse, die volle Schärfe des Kampfes zwischen der alten, traditionellen
dogmatischen Manier des Unterrichtes der mathematischen Geographie mit der
induktiven Methode, welche die naturwissenschaftliche Didaktik dem Geiste
des naturwissenschaftlichen Denkens überhaupt abgelernt hat, bis in die ge-
heiligten Gebiete einer gesetzlichen Schulordnung hinein sich fortpflanzen zu
sehen. Auch liegt in der historischen Erwägung, daß der auch auf anderen
Gebieten noch nicht ausgekämpfte Widerstreit zwischen Dogmatisch und In-
duktiv natürlich nicht mit einem Male durch eine Schulordnung geschlichtet
werden kann, ein versöhnendes Moment: aber erfreulich ist allerdings ein
solcher Zustand des Überganges für die Schule selber nicht.

Nach einzelnen Anzeichen zu schließen, haben es denn die Instruktionen
auch nicht vermocht, Lehrer und Lehrbücher zu einer einigermaßen einheit-
lichen und übereinstimmenden Methode für die Durchführung der Forderungen
zu veranlassen, welche Lehrplan und Instruktionen (von 1884) an den Unterricht
der astronomischen Geographie während der ersten Gymnasialjahre stellen.

Gestatten Sie mir, sehr geehrte Herren, statt meiner persönlichen Wahr-
nehmungen in dieser Richtung, denen ich ja durchaus nur als Laie gegen-
überstehe, die Worte zu wiederholen, welche Herr Direktor HUEMER vor
vierzehn Tagen an dieser Stelle gesprochen hat:

„Wie unvermittelt beim Übergang aus der Volksschule in die Mittelschule
der Unterricht in der Geographie ist, davon zeugt der Umstand, daß der Knabe,
nachdem er sich ein wenig in seinem Geburtsorte und Heimatlande umgesehen
und auf dem Kartenbilde orientiert hat, nun plötzlich von der Erde weg
zum Himmel geführt wird und unter der noblen Firma 'mathematische Geo-
graphie' Dinge zu hören und leider auch zu schreiben bekommt, für deren
Verständnis ihm die Vorkenntnisse fehlen und für deren Popularisierung die
Didaktik bisher vergebens nach Worten und Formen der Darstellung gesucht hat.“

Dieser Zustand eines noch nicht eingetretenen Gleichgewichtes (geschweige
denn, daß dieses schon ein „stabiles“ wäre), gibt mir denn den Mut, in dem
sich abspielenden Streite nach eigener Überzeugung rückhaltlos Stellung zu
nehmen und einige positive Vorschläge zu machen, welche sich zwar möglichst
wenig, aber doch nicht unbeträchtlich von dem augenblicklich vorgeschriebenen
und vielleicht noch weit mehr von dem tatsächlich geübten Vorgehen in Sachen
des Vorunterrichtes der astronomischen Geographie unterscheiden.“ — So 1889.

die dann den ganzen Kampf gegen die „Sonnenbahnmethode“ und vollends gegen die „Schraubenbahnmethode“ – was aber natürlich ganz und gar dasselbe ist – entfesselt haben. Es hieß im V. 1889:

„Soweit ich Einblick habe, könnte ein geographischer Unterricht, welcher während der ersten zwei Schuljahre auch nur diese Hauptsätze über die Stellungen der Sonne zu verschiedenen Teilen der Erdoberfläche in verschiedenen Jahreszeiten und ihre klimatischen Folgen derjenigen Mehrzahl von Schülern, die auf eine „erste Fortgangsklasse“ berechtigten Anspruch hat, wirklich „beizubringen“ vermöchte, mit einem solchen Erfolge vollauf zufrieden sein.

Worin liegt nun aber der eigentliche Unterschied zwischen einer solchen konsequenten **Sonnenbahnmethode**, wie wir sie im weitern kurz nennen wollen, und dem herkömmlichen Ausgehen von den Dogmen der Rotation und Revolution der Erde? – Er ist in seinen Gründen wie in seinen Folgen ein zweifacher: ein rein wissenschaftlicher und ein didaktischer.

Auf das rein wissenschaftliche Gebiet gehört die zugunsten jenes Dogmatismus gewöhnlich in erster Linie geltend gemachte Überzeugung, daß man den Wechsel der Tages- und Jahreszeiten an einem, und deren Verschiedenheit an verschiedenen Orten der Erde nicht anders „richtig“ beschreiben und erklären könne, als auf Grund des kopernikanischen Systems; denn nur dieses ist ja selbst das wahre Weltsystem. Merkwürdigerweise verrät aber gerade eine solche Überzeugung – vorausgesetzt, daß sie sich nicht bloß gewohnheitsmäßig gebildet hat, sondern auch nach reiflicher Überlegung festgehalten wird –, daß von allen jenen, die sie vertreten, der kühne Grundgedanke des kopernikanischen Systems, die Relativität der Bewegung, noch keineswegs recht verstanden worden ist. Daß „nur relative Bewegungen wahrnehmbar“¹⁾ sind, war das ungeheure Paradoxon, das hatte verdaut sein müssen, ehe KOPERNIKUS hat verstanden werden können. Man sollte nun meinen, heute sei es verdaut. Aber die Verachtung, mit der man nicht selten von den „scheinbaren“ Bewegungen sprechen und sie gegenüber den

1) „Wahrnehmbar“ – „erkennbar“ – „denkbar“ sind drei Begriffe, von denen ein erkenntnistheoretisch Geschulter meinen möchte, daß sie nie miteinander verwechselt werden. In meinen „Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik“ (Johann Ambrosius Barth 1900 – als Nachtrag zu KANTS „Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft“) mußte ich aber darauf hinweisen, daß das Dogma, „eine absolute Bewegung sei überhaupt nicht denkbar“, doch nur wurzelt in einem Verwechseln dieses „Denkbar“ mit „Erkennbar“ (nämlich möglicherweise indirekt durch Schlüsse) oder gar „Wahrnehmbar“. – Auf die Kämpfe um das Kopernikanische System, wie sie seltsamerweise heute wieder gerade aus „spekulativen“ Gründen neu sich entfachen, kommen wir zurück S. 290 ff.

„wirklichen“ als etwas womöglich ganz zu Ignorierendes bezeichnen hört, erregt den starken Verdacht, daß, wer so spricht, vielleicht nie begriffen, zum mindesten aber wieder vergessen hat, wie auch diese „wirklichen“ Bewegungen nur relative, nämlich solche der Erde gegenüber Sonne und Fixsternhimmel seien und nur aus den „scheinbaren“ haben erschlossen werden können. — Wie man übrigens auch über das Verhältnis der Begriffe absolute, relative, wirkliche, scheinbare Bewegung im allgemeinen denken mag — für den besonderen Kreis von Erscheinungen, den die elementare Geographie als Verschiedenheit der Beleuchtung und Erwärmung verschiedener Punkte der Erdoberfläche zu verschiedenen Zeiten seitens der Sonne zu behandeln hat, sind ohne Zweifel nur die relativen Stellungen von Erde und Sonne, aber nicht die jeweiligen Stellungen der Erde im Fixsternraume einerseits, die Stellung der Sonne im Fixsternraume anderseits von Einfluß. — Es wäre auch zu sonderbar, wenn man behaupten wollte, ein Gelehrter vor Kopernikus und ebenso ein Bauer von heute habe unrecht, sich die Tatsache, daß im Sommer der Tag lang und das Wetter heiß ist, daraus zu erklären, daß eben die Sonne früher auf-, später untergeht und mittags höher steigt als im Winter. — So ist denn wohl vom ausschließlich wissenschaftlichen Standpunkte folgende These unanfechtbar:

Für ein Hinausgreifen über die „scheinbaren“ Bewegungen der Sonne, richtiger: über deren relative Bewegungen in bezug auf die Erde, und für irgendein Eingehen auf die beiden Hauptsätze der kopernikanischen Lehre von der Rotation und Revolution der Erde besteht im Geographie-Unterrichte der beiden ersten Gymnasialjahre keinerlei wissenschaftliches Bedürfnis.

Didaktisch aber kann ein solches Vorgreifen nur Schaden anrichten. Ich übergehe das Bedenken allzugroßer Schwierigkeit: würde es allgemein geteilt, so hätte ja ohnedies längst auf den üblichen Lehrgang verzichtet werden müssen. Aber ein Unterricht kann auch anders schaden als durch primitive „Überbürdung“¹⁾: er kann den Sinn des Kindes von der Wirklichkeit ablenken und es gewöhnen, sich mit bedeutungsarmen Zeichen zu begnügen; Klagen hierüber sind so alt, daß es trivial wäre, sie anders als mit den Worten eines alten Pädagogen auszusprechen, über dessen Lehre hinaus wir es bereits „so herrlich weit gebracht“

1) Daß man von der gewöhnlich gemeinten „quantitativen“ auch eine „qualitative Überbürdung“ unterscheiden sollte und daß letztere die bei weitem gefährlichere sei, habe ich schon in einem Vortrag 1887 (Zeitschrift „Österreichische Mittelschule“, Jahrg. II, 1888) ausgeführt und es war dann in Bd. I dieser Handbücher S. 43 und Bd. II S. 37 wieder daran zu erinnern. — Auch in PAULSENS Geschichte des gelehrten Unterrichtes wird wiederholt auf solche qualitative Überbürdungen als die schlimmsten Mängel unserer gegenwärtigen Schulorganisation hingewiesen.

zu haben uns schmeicheln. ROUSSEAU (Emil, Zweites Buch) sagt: „Bei jedem Studium, wie beschaffen es auch immer sein möge, sind die stellvertretenden Zeichen ohne den Begriff der durch sie dargestellten Dinge bedeutungslos. Dennoch beschränkt man das Kind beständig auf diese Zeichen, ohne ihm jemals auch nur eines der Dinge, welche sie bezeichnen, verständlich machen zu können. Während man es mit der Erdkunde vertraut zu machen glaubt, lehrt man es nur die Karte kennen; man lehrt es die Namen von Städten, Ländern, Flüssen, welche nach seiner Auffassung nirgends anders als auf dem Papiere existieren. Ich erinnere mich, irgendwo ein Geographiebuch gesehen zu haben, welches mit der Frage begann: 'Was ist die Erde?' Antwort: 'Sie ist eine Kugel von Pappe'.“

So boshaft diese letztere Geschichte ist — mag der Erzähler ROUSSEAU seine „Erinnerung“ immerhin a priori konstruiert haben — so ist durch sie doch nur der Typus eines Geographie-Unterrichtes gekennzeichnet, der statt einer Beschreibung der Erde die des Globus, statt einer Erklärung der Bewegungen am Himmel die Erklärung des Telluriums gibt. — Wer kein Gefühl hat für die Komik dieses Schrittes vom Erhabenen zum Lächerlichen (das in unserem Falle wirklich das „Unendlichkleine“ ist, nämlich das armselige Gerät als unmöglicher Ersatz für die große Natur), mag sich dann immer darüber freuen, daß sich am Tellurium vor allem der Wechsel von Tag und Nacht so hübsch demonstrieren läßt: aber man mache doch nur einmal ein einfaches psychologisches Experiment darüber, ob das Kind, wenn es die „wirkliche“ Sonne hinter den Bergen untergehen und Dämmerung und Nacht einbrechen sieht, jemals an jene Demonstration mit Globus und Lampe denkt — und ob es umgekehrt während dieser Demonstration sich etwa gar angeregt fühlt, sich wieder hinauszudenken in die freie, erfreuliche Natur...? Fällt es aber schon hier dem Kinde schwer, die Beziehung zwischen dem Tag- und Nachtwerden am Globus und auf der wirklichen Erde jeden Augenblick herzustellen, obwohl hier noch wenigstens jedes der beiden Beziehungsglieder für sich der Anschauung gleich zugänglich ist, so ist es geradezu ein Wahn, sich zu schmeicheln, das Kind habe z. B. begriffen, warum an der südlichen Halbkugel der Erde Winter ist, während die nördliche Sommer hat, sobald es das Einfallen der Lampenstrahlen auf dem unter $23\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen die Strahlen geneigten Globus beobachtet hat. Den beleuchteten Globus überschaut das Kind — aber wer traut ihm eine solche Weite der anschaulichen Phantasie zu, daß es während des Blickes auf den Globus die im Weltraum schwebende Erdkugel sich mit einem noch so bescheidenen Grade von Anschaulichkeit vorstelle? So leistet denn die angebliche „Veranschaulichung am Tellurium“ alles andere eher, als die Vorstellungen von der Erde selbst zu

beleben. Ich habe an anderer Stelle¹⁾ darauf hingewiesen, daß man, was ein Tellurium leistet, noch viel einfacher nach dem Vorgange von LOCKYER mit einer „Orange mit Fliegen“ (LOCKYER, Fig. 2), einem „Zwirnknäuel“ (ib. Fig. 6 und 7), einem „sich drehenden Kreisel“ (ib. Fig. 8), einer „Lampe mit Zwirnknäuel“ (ib. Fig. 10) erreichen kann: nämlich eine lebhaftere Vorstellung von allerhand Kugeln, die Licht ausstrahlen und empfangen, und von denen es nur leider mehr als fraglich ist, ob bei ihrem Anblick das Kind an die Erde, an seine Erde, auf der es selber steht, an die Sonne, die ins Zimmer scheint, denkt und denken kann. Gewiß eine sonderbare „Veranschaulichung“, die den Geist von dem zu²⁾ Veranschaulichenden ablenkt!

Will man aber nicht mehr, als daß das Kind sich eine Orange oder einen Zwirnknäuel oder auch einen Globus vorstellt, die auf der hinteren Seite gar nicht, auf der oberen Hälfte der Vorderseite mehr als auf der unteren beleuchtet sind, so darf man auch einem zehnjährigen Kinde bereits zutrauen, daß es sich das auch ohne weiters vorstellt, wenn es von diesen schönen Dingen nur reden hört und sie nicht sieht. Man versuche dagegen, einer auf das Tellurium³⁾ dressierten Schulklasse die Frage vorzulegen, wo heute mittags die Sonne stehen wird – man wird sich überzeugen, daß die Jungen an alles eher denken als sich zu erinnern, von woher sie die Sonne gestern haben ins Zimmer scheinen sehen. Oder man lasse sich zeigen, in welcher Richtung sie wohl meinen, daß die Erdachse, über deren „Parallelismus“ sie soviel gehört haben, unter ihren Füßen durch die Erde gehe? Oder in welcher Richtung des Raumes sie alle samt dem Schulzimmer gerade in diesem Augenblick infolge der Achsendrehung, und in welcher Richtung infolge des Umlaufes der Erde um die Sonne fortfliegen?⁴⁾ – Freilich bedarf es für diejenigen, der sich selber solche Fragen vorzulegen gewöhnt ist, nicht erst der Erfahrung von dem gänzlichen Ausbleiben jeder mehr als zufällig richtigen Antwort, um einzusehen, daß derlei Deduktion der Wirklichkeit aus einer eingelernten Theorie von zehn- oder zwölfjährigen Kindern zuviel verlangt ist. Aber welchen didaktischen Wert nimmt dann eine solche Methode noch für sich in Anspruch?

Die „Sonnenbahnmethode“, wie wir sie kurz genannt haben, leistet dagegen auf einem ganz eng und scharf begrenzten Gebiete das, was später aller physikalische Unterricht zu leisten haben wird: sie leitet an zum aufmerksamen Wahrnehmen von Einzelercheinungen (einzelne Sonnenstände, Schattenlängen und Richtungen), zum Zusammen-

1) In einer Anzeige der „Astr. Geogr.“ von PICK [Zeitschr. f. d. österr. Gymnasien, 1886].

2) Über das Unmethodische eines Ausgehens von dem „Tellurium“ (und ähnlichen Apparaten) anstatt von der astronomisch-geographischen Wirklichkeit vgl. auch u. S. 128, 190.

3) Vgl. die Anleitung zu einigen der leichtesten solcher Aufgaben u. S. 219.

fassen der Einzelfälle in ein deskriptives Gesetz (Sonnenschraubenbahn), und begnügt sich, schon aus diesem Gesetze als einem Minimum von Voraussetzungen, ohne Hereinziehen vorläufig noch ganz entbehrllicher spezieller Theorien, die nächstliegenden Folgerungen zu ziehen, z. B. den Schluß auf die Kugelgestalt der Erde. Um diese Lehre ohne Voraussetzung ihrer eigentlichen Prämissen [vgl. oben S. 35], nämlich der Lage des Fixsternhimmels zu verschiedenen Teilen der Erdoberfläche, so zu begründen, daß nicht nur die Gestalt, sondern auch die Größe, nämlich die Gleichung $1^{\circ} = 15$ geogr. Meilen = 111 km, aus der Lage der Schraubenbahn der Sonne gegen verschiedene Teile der Erdoberfläche hervorgeht, genügt es, in die Mitte des Schraubenmodells¹⁾ zunächst nicht eine Kugel (den Globus), sondern ein ebenes Kartonblättchen als Darstellung des Horizontes zu bringen. Nun zeigte sich bei Reisen in fremden Ländern die Schraubenbahn als Ganzes gegen den jeweiligen Horizont verschieden geneigt – oder, was ebensoviel ist: der Horizont gegen die Schraubenbahn; und da man, damit die Neigung einen Winkelgrad betrage, 15 Meilen weit reisen muß, so ist die Erde in der Richtung NS gekrümmt, wie ein Kreis von 360×15 Meilen Umfang. Die Sonnenbahn vermag also bei dieser und ähnlichen Betrachtungen die Kenntnis des Fixsternhimmels zu ersetzen, indem die einzelnen Teile der Schraubenbahn ebenso feste Abstände voneinander haben, wie die Fixsterne.“

Dies also waren die Thesen von 1889, die einen Kampf gegen die Sonnenbahn- und vollends gegen die Schraubenbahnmethode entfesselt haben, dessen neueste Phase die Angriffe in der Ztschr. f. Sch.-G. 1909 a. a. O. S. 226, 227 sind und von denen zunächst die einschlägigen Stellen über die (oben S. 25 ff. im Wortlaut abgedruckten) österreichischen Lehrpläne von 1908/9 unverkürzt wiedergegeben und dann zu den Punkten, die wir durch ⁽¹⁾ bis ⁽³⁵⁾ hervorheben, die sachlichen Berichtigungen in freier Reihenfolge angeschlossen werden mögen. Die Ztschr. f. Sch.-G. sagt:

„Satz für Satz mit dem alten Lehrplan verglichen, ist der neue Lehrplan für die Unterstufe großenteils entweder sinngemäß oder wortgemäß gleichlautend. – Neu sind nur folgende Sätze für die I. Klasse: 'Anschauliche Vermittlung der geographischen Grundbegriffe, zunächst in Anlehnung an den Heimatsort und dann im steten Zusammenhange mit dem fortlaufenden Lehrstoff. Sonnenstände in bezug auf das Schul- und Wohnhaus zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten (gegen Ende des Schuljahres Zusammenfassung der Einzelbeobachtungen zum anschaulichen Bild von der Schraubenbahn der Sonne).'⁽¹⁾ Im alten Lehrplan hieß es: „Anschauliche Vermittlung der geographischen Grundvorstellungen. Die Tagesbahnen der Sonne⁽²⁾ in bezug auf das Schul- und

1) S. u. S. 127 Abb. 20.

Wohnhaus in verschiedenen Jahreszeiten.“ Für die II. Klasse: „Übertragung des für den Horizont der Heimat gewonnenen Bildes von der Schraubenbahn der Sonne⁽⁸⁾ auf die Horizonte anderer Breiten (ausgehend von entsprechenden Landschaftsschilderungen); hieraus⁽⁴⁾ Kugelgestalt und Größe⁽⁵⁾ der Erde. Vertiefende Lehre vom Globus.“⁽⁶⁾ Für die III. Klasse: „Ergänzende Wiederholungen aus der astronomischen Geographie im Hinblick⁽⁷⁾ auf die an den physikalischen Lehrstoff dieser Klasse angegliederten Lehren.“

Wie man sieht, beziehen sich alle neuen Beigaben auf die sogenannte astronomische Geographie⁽⁸⁾, und es liegt die Befürchtung nahe, daß dieser schwierige und für die eigentliche Geographie, d. h. Erdkunde, als Helfer und Erklärer dienende Teil einen allzubreiten Raum⁽⁹⁾ im Unterricht einnehmen wird. Dagegen⁽⁹⁾ sagen aber die 'Bemerkungen': 'Dem Streben nach Vereinfachung wird es entsprechen, die astronomische Geographie auf solche, dem Schüler direkt wahrnehmbare Tatsachen (wesentlich nur Sonnenstände) zu beschränken, welche zum Verständnis der Ortsbestimmung, der geographischen Lage und der durch diese bedingten klimatischen Verhältnisse wirklich erforderlich sind.'

Fassen wir nun das für die I. Klasse im Lehrplan Gesagte näher ins Auge. Das Wesentliche scheint mir die Bemerkung zu sein, daß die Einzelbeobachtungen 'gegen Ende des Schuljahres zusammengefaßt' werden sollen. Das setzt solche Beobachtungen im Laufe des Jahres durch die Schüler⁽¹⁰⁾ voraus. Das Lernbuch des Schülers kann sich auf anleitende Fragen und auf eine solche Zusammenfassung beschränken; eine sehr gute Anleitung zu solchen Beobachtungen gibt das Buch von Dr. Rich. Seyfert, Naturbeobachtungen (4. Aufl., Leipzig, Wunderlich, 1909). Es ist nur⁽¹¹⁾ zu fürchten, daß man sich durch den Ausdruck „Schraubenbahn“⁽¹²⁾ zu allzu schwierigen mathematischen Problemen veranlaßt sehen wird, zumal der unglückliche Ausdruck⁽¹²⁾ in dem Lehrplan für die II. Klasse wieder vorkommt. Ich möchte nun auf folgende Tatsachen aufmerksam machen: 1. Läßt sich die Tagesbahn, der Tagbogen der Sonne nicht direkt beobachten⁽¹³⁾; beobachten kann man nur⁽¹⁴⁾ den Auf- und Untergangspunkt der Sonne; die Mittagshöhe läßt sich – für den Schüler – nur aus der Länge des Schattens erschließen⁽¹⁵⁾ – die Sonne läßt sich eben nicht ansehen!⁽¹⁶⁾ 2. Aus diesen den Schülern zugänglichen Beobachtungen kann keine „Schraubenbahn“ der Sonne abgeleitet werden⁽¹⁶⁾ – die Schüler müssen es eben glauben⁽¹⁷⁾! 3. Die Sonne beschreibt keine „Schraubenbahn“.⁽¹⁸⁾

Noch schwieriger wird die Sache in der II. Klasse! Da soll man 'von entsprechenden Landschaftsschilderungen ausgehen und die Schraubenbahn der Sonne auf die Horizonte anderer Breiten übertragen'. Das geht ja, wenn man eine Beschreibung hat, wie die der österreichischen

Nordpolexpedition,⁽¹⁹⁾ die wir in diesem Sinne in unserem Lernbuch verwendet haben; aber für die anderen Breiten! Der Lehrer hat ebenso wenig am Äquator⁽²⁰⁾ Beobachtungen gemacht wie die Schüler; es erfordert eine große Phantasietätigkeit — wie leicht mißglückt die — und gewissermaßen ein mathematisches Vorstellungsvermögen⁽²¹⁾, um da zu richtigen⁽²²⁾ Vorstellungen zu kommen — die dann nicht wahr sind⁽²³⁾. Es ist merkwürdig, daß man sonst das Bestreben hat, Erklärungen und Begründungen auf der Unterstufe einzuschränken, nur hier sucht man eine Begründung der Tatsachen mit Mitteln, die unwahr⁽²⁴⁾ sind. Entweder begnüge man sich mit der Tatsache und sage einfach, wie es ist, oder man erkläre es mit dem wahren Grund⁽²⁵⁾! Den Schülern muß ich mit vieler Mühe etwas beibringen, was sie „zur Ortsbestimmung und zur Erklärung klimatischer Verhältnisse“ nicht brauchen⁽²⁶⁾, damit sie nachher erfahren, daß das alles nicht wahr ist⁽²⁷⁾!

Noch sonderbarer erscheint mir aber der Satz: 'Hieraus⁽⁴⁾ Kugelgestalt und Größe der Erde.' Aus der Schraubenbahn? Wieso? Das Gradnetz des Globus wurde doch in der I. Klasse behandelt⁽²⁸⁾, also der Globus; da muß man doch gesagt⁽²⁷⁾ haben, daß die Erde eine Kugelgestalt hat, sonst weiß doch niemand, was der Globus ist! Wieso „hieraus“⁽²⁸⁾ die Größe der Erde? Die kann man doch hier nicht beweisen⁽²⁹⁾! Da kann man — wenn das notwendig⁽³⁰⁾ ist — einfach die Daten angeben — Umfang und Erdachse. — Oder soll man gar den Kubikinhalte⁽³¹⁾ mitteilen! Dann kommt erst das Verblüffende: 'Vertiefende Lehre vom Globus'? Was heißt das? Ich gestehe, daß ich das nicht verstehe⁽³²⁾. Ich bedaure aber die Schüler, die ein Lehrer mit der 'Vertiefung' plagt — das kann⁽³³⁾ nämlich ganz unglaubliche Dimensionen annehmen!

Was nun den Passus für die III. Klasse anbelangt, so wäre es vielleicht besser gewesen, er wäre ausgeblieben; er wird dasselbe Unheil anrichten. Wenn schon auf die Physik hingewiesen wird, so überlassen wir doch lieber die Sache dem Physiker⁽³⁴⁾. Da wären die Worte der 'Bemerkungen' für die Oberstufe, daß 'die astronomische Geographie keine besondere Behandlung in den Geographiestunden beansprucht, da alles Einschlägige inzwischen im physikalischen und mathematischen Unterrichte sichergestellt ist'⁽³⁵⁾, auch auf die Unterstufe in entsprechender Weise anzuwenden."

Bei der Abwägung dieser Einwendungen werden wir uns so weit als möglich an die Reihenfolge der Stellen⁽¹⁾ bis⁽³⁵⁾ halten; es werden sich aber auch Abweichungen von dieser Reihenfolge durch den Zusammenhang der Sache selbst empfehlen.

So wäre es wohl sachgemäß gewesen, wenn von den speziell gegen die „Schraubenbahn der Sonne“ gerichteten Einwendungen⁽¹⁸⁾ bis⁽¹⁸⁾ der letzte Satz „3. Die Sonne beschreibt keine Schraubenbahn“⁽¹⁸⁾ an die Spitze gestellt worden wäre; denn soviel ist

ja richtig: Wenn die Sonne überhaupt nicht, in gar keinerlei Sinn und am wenigsten so, daß man es mit leiblichem Auge sehen kann, eine „Schraubenbahn“ beschreibt, dann soll man es freilich weder vor Schülern noch vor Methodikern der Geographie jemals behaupten, und man kann am allerwenigsten in einem Lehrplan die „Zusammenfassung der Einzelbeobachtungen zum anschaulichen Bilde von der Schraubenbahn der Sonne“⁽¹⁾ zu einer Lehraufgabe machen (auch wenn diese nicht ein „Lehrziel“ bildet; s. o. S. 58). — Schade nur, daß die Ztschr. f. Sch.-G. ihre Fundamentalthese „3. Die Sonne beschreibt keine Schraubenbahn“⁽¹⁸⁾ selbst nur als ein Dogma, ohne auch nur das geringste Wort einer Begründung, hinstellt. Wie soll man dann solchen gänzlich fehlenden Gründen noch irgendwelche Gegengründe gegenüberstellen, damit sich schließlich herausstelle, wer stärker ist, die Gründe oder die Gegengründe?

Nun ist es freilich recht verwunderlich, wenn man für etwas, das nicht etwa nur Theorie oder gar nur Hypothese, sondern was sinnfällige Tatsache ist, erst noch „Gründe“ beibringen soll. Aber bekanntlich kennt die Logik manche seltsame Situationen in Sachen des Begründens und Beweisens; und warum sollten, wenn man soviel Scharfsinn z. B. auf das „Beweisen“ von „Axiomen“ hat verwenden sehen, nicht zur Abwechslung einmal auch sinnfällige Tatsachen Gegenstand einer „Begründung“ werden? Genaue gesagt kann es sich hier freilich nur um die Beseitigung derjenigen Hindernisse handeln, die es bei dem einen oder andern zu einem Sehen des Sichtbaren, also diesmal zu einem unbefangenen Auffassen möglichst vieler Örter der Sonne am Tageshimmel das ganze Jahr hindurch, nicht haben kommen lassen. Immerhin bleibt ein solcher sozusagen letzter Versuch des Sichverständigens über Tatsachen einigermaßen undankbar; denn warum sollte logisches Zureden dort noch ein williges Ohr finden, wo das Auge solange verschlossen gewesen war für jenes Sehen des wirklich Sichtbaren? Es sei daher hier vor allem ein ganz konkreter Versuch erzählt, der noch kürzlich bei einem erklärten Gegner der Schraubenbahnmethode¹⁾ zu einem etwas unerwarteten Ergebnis geführt hat:

1) Dr. N. HERZ richtete in einem Vortrag „Astronomie und astronomische Geographie an der Mittelschule“ (Zeitschrift Österreichische Mittelschule IV. Jahrgang 1890 S. 129–139) gegen V. 1889 die Frage: „Welche Folgen kann es haben, wenn man die Anführung oder Weglassung der kopernikanischen

Nachdem auf dem Naturforschertage 1909 jener Gegner halb öffentlich neuerdings heftig polemisiert hatte gegen „Höflers Sonnenbahnmethode“, fragte ich ihn: „Fingieren wir, daß eine photographische

Weltanschauung nach Belieben des einzelnen als erlaubt hinstellt, aber die vorkopernikanischen Anschauungen 'zur Grundlage des Lehrganges macht, den man mit peinlicher Strenge sich und anderen aufzwingt'? – Aber auch didaktische Einwände lassen sich gegen die Höflersche sogenannte Sonnenbahnmethode erheben. Die Sonnenbahn wird als eine Schraubenlinie dargestellt; nun ist es gerade nicht leicht, dem Schüler die Sonnenbahn in dieser Form darzustellen; wenn demselben, wie vielfach behauptet wird, geometrische Vorstellungen noch fehlen, so fehlen sie ja doch auch, um die Schraubenlinie zu begreifen. Ein ziemlich naheliegendes Beispiel mag dieses erläutern. Dem Physiker, der gewohnt ist, die Bewegungserscheinungen irgendeines Körpers als aus einer Translations- und einer Rotationsbewegung, die Gesamtheit der Kräfte als aus in gerader Linie wirkenden Einzelkräften und Drehpaaren zusammengesetzt anzusehen, werden anfangs die von R. S. Ball eingeführte helicoidale Bewegung und das System der Dynamen doch etwas fremdartig entgegengetreten. Dasselbe gilt gewiß auch von der Schraubenbewegung der Sonne; es ist dies eben eine ganz neue, fremdartige Auffassung. Ist sie aber einmal von dem Schüler begriffen, dann wird es wieder schwer, dieselbe auszutreiben; einmal wird es dem Schüler schwer sein, diese Bewegung für eine scheinbare und nicht für eine wahre zu halten; ferner aber wird es bei dieser Darstellung noch viel schwerer sein, die kopernikanischen Anschauungen einzuführen; denn in der Schraubenbahn sind ja die tägliche und jährliche Bewegung nicht getrennt, und die Zerlegung muß erst wieder vorgenommen werden.“

Beschränken wir uns (unter Übergehung einiger anderer nicht unanfechtbarer Wendungen wie der, daß „dem Schüler . . . geometrische Vorstellungen noch fehlen“ – was seit den jüngsten Mathematikreformen ja wohl auch besser geworden wäre) auf den letzten Satz: „In der Schraubenbahn sind ja die tägliche und jährliche Bewegung nicht getrennt, und die Zerlegung muß erst wieder vorgenommen werden.“

Dem mit dem kopernikanischen System schon Vertrauten ist diese „Zerlegung“ bekannt, und es ist ihm geläufig, sich die sichtbare Schraubenbewegung der Sonne sogleich zu „erklären“ aus der „Zusammensetzung“ der jährlichen Sonnenbewegung längs der Ekliptik (zuerst im geozentrischen Sinne, der sich dann sofort wieder eintauschen läßt gegen den heliozentrischen) und der täglichen Umdrehung des Fixsternhimmels samt Sonne (die sich ebenso aus der Rotation der Erde erklärt). Den Kenner also interessiert dann die Schraubenbewegung nur mehr als das Ergebnis einer „Zusammensetzung“ der ihm schon von anders her geläufigen komponierenden Bewegungen. Aber ebenso auch den Schüler, der diese Komponenten doch nicht direkt vom Himmelsgewölbe ablesen kann – der ja das kopernikanische System, selbst wenn man es ihm mit Dr. N. HERZ sogleich auf der untersten Stufe beibringen wollte, doch aus irgendwelchen Erscheinungen sollte belegen können?

Ohne hier das an verschiedenen Stellen des vorliegenden Bandes zum so- undsovielten Male über die didaktisch natürliche Abfolge „Zuerst Ptolemäus, dann Kopernikus!“ Gesagte zu wiederholen, wollen wir den zwischen mir und Dr. HERZ in die Begriffe des „Zerlegens“ und „Zusammensetzens“ sich zuspitzenden Gegensatz sogleich im speziell didaktischen Sinne der analytischen und synthetischen Methode mit ein paar grundsätzlichen Worten

Kammer von sehr großem Weitwinkel gegen die Südgegend unverrückbar aufgestellt und der Momentverschluß ein ganzes Jahr hindurch Tag für Tag und Stunde für Stunde etwa alle vier Minuten geöffnet werde: längs was für einer Kurve kommen alle Sonnenbildchen eines ganzen Jahres zu stehen?“ Die Antwort lautete nicht etwa: „Auf keiner Schraubenbahn“, sondern mein Gegner rief aus: „Und wenn es auch eine

beleuchten. Für die allgemeine Didaktik steht die Regel „Zuerst Analyse, dann Synthese“ so fest, daß sie wohl die wenigsten Ausnahmen hat und verlangt. Wir werden also auch im astronomischen Unterricht von demjenigen auszugehen haben, das den Schüler vor allem zu analysierendem, „zerlegendem“, nicht sogleich zum synthetischen, „zusammensetzenden“ Denken auffordert. Und das ist eben in unserem Falle die schraubenförmige Bahn, die dem Schüler vor dem leiblichen und dem ergänzenden geistigen Auge als etwas Gegebenes steht, ohne daß dieses Raumbild zunächst etwas verrät von seinen Komponenten. Das „Zerlegen“ ist dann die nichts weniger als leichte Aufgabe, die wir deshalb auch erst Schritt für Schritt durch das Einführen der Begriffe „Bewegung der Sonne im Tierkreis“ (§ 7, S. 184–190) und erst zum Schluß durch die zwei Hauptsätze der koppernikanischen Lehre (S. 212, 214), also im ganzen viel später didaktisch in Angriff nehmen.

Sollte also gegen die didaktischen Grundsätze, in deren Namen wir das Ausgehen von der Schraubenbahnmethode fordern, mit wirklich didaktisch prinzipiellen Gründen noch weiterhin gekämpft werden, so müßten es solche Kämpfer wagen, auch gegen jenes allgemein didaktische Prinzip „Zuerst Analyse, dann Synthese“ den Kampf mit aufzunehmen. —

Während der Korrektur teilt mir ein ausgezeichneteter Schulmann, Herr Direktor JURITSCH (Pilsen), aus seiner eigenen Praxis mit, wie er die kleinen Anfänger zum Beobachten der jährlichen Sonnenbahn vorbereite und aufmuntere: Es wird einerseits die Anschauung vom Tageslauf im Sinne Ost-West vermittelt, was also an beliebig vielen Tagen des Jahres geschehen kann; andererseits wird auf das Tiefersinken der Mittagsstände vom Schulbeginn im Herbst bis Weihnachten und dann auf das Höhersteigen vom Jahresbeginn im Januar bis zum Schulschluß im Juni hingewiesen. Aus diesen beiden Anschauungen setzt sich dann die vom allmählichen Sinken bzw. Ansteigen in einer Schraubenbahn zusammen. — Also doch wieder die Komponenten zuerst, das „Zusammengesetzte“ (nicht nur das Zusammensetzen) zum Schluß? — Keineswegs steht ein solches Vorgehen im Widerspruch zu dem von uns empfohlenen — keineswegs widerspricht es der Regel „zuerst Analyse, dann Synthese“. Denn wenn jenes Aufmerksammachen einerseits auf die ostwestliche Bewegung, andererseits auf das Tiefer- und Höherstehen immer schon angesichts der einstweilen noch unanalysiert hingenommenen Anschauung von wirklich gesehenen Stücken der Sonnenbewegung, nicht nur dogmatisch mitgeteilter Begriffe von ostwestlicher und nordsüdlicher Bewegung erfolgt, so bestätigt es nur die ebenfalls jedem wirklichen Schulmann geläufige Regel, daß auch der „Formalstufe“ der Analyse die der „Vorbereitung“ vorauszugehen hat, und daß unter sie auch schon das Vorbereiten von Anschauungen durch allerlei gar nicht mehr unter eine einzige Formel zu bringende didaktische Kunstmittel falle. — Es kommt nur alles darauf an, daß dem Lehrer pädagogische Kunstmittel, die einem solchen Vorbereiten des verständigen Anschauens der jeweiligen Erscheinung angepaßt sind, überhaupt einfallen.

Schraubenbahn ist, so darf man das den Schülern nicht sagen.“ Hiermit war wenigstens die kategorische Verneinung der Schraubenbahn in eine hypothetische Bejahung verwandelt; also ein kleiner Fortschritt in wissenschaftlicher Hinsicht, dem gegenüber freilich das didaktische „Man darf nicht“ als ein wieder nicht näher begründetes Dogma aufrecht erhalten blieb. Aber geben wir zu, man dürfe dem Schüler von der Sonnenbahn nichts sagen (zumal das „Sagen“ bei Gegenständen der Anschauung ohnedies nur ein schwaches Surrogat ist); „darf“ man dem Schüler aber auch verbieten, wirklich eine solche Kammer aufzustellen und sich wenigstens ein paarmal im Jahr Stückchen der Sonnenbahn in Form von Sonnenbildchen praktisch zu verschaffen? Einer meiner photographiekundigen¹⁾ Schüler hat sehr hübsche Bilder zustande gebracht, auf denen die Sonnenbildchen Abstände von etwa dem Dreifachen ihrer Durchmesser hatten; und ich konnte und wollte ihm natürlich weder dieses Stück Handfertigkeit (oder richtiger schon Kunstübung) verbieten, noch auch wird es sich verbieten lassen, daß einem beim Anblick solcher Perlenschnüre von Sonnenbildchen jene Frage nach der alle Mittelpunkte für ein ganzes Jahr verbindenden Kurve sich aufdrängt. — Inwiefern noch vollkommener als die photographische Kammer der „Sonnenscheinautograph“ die Sonnenbahn aufzunehmen gestatten wurde, wird unten (S. 146) noch zu besprechen sein.

Gerade zur Zeit jener Frage und Antwort stellte nun aber die Ztschr. f. Sch.-G. neuerdings wieder die These auf „Die Sonne beschreibt keine Schraubenbahn“ und zieht aus dieser wissenschaftlichen Negation weitestgehende didaktische Konsequenzen. Was wird wohl die Ztschr. zu jenem Argument von der photographischen Kammer und dem Sonnenscheinautographen sagen? Würden nicht die alten und neuen Gegner der Schraubenbahn, sobald sie sich, vielleicht zum erstenmal in ihrem Leben, darauf besonnen hätten, daß sich gegen die Tatsache dieses „Sie bewegt sich doch“, nämlich diesmal die Sonne in einer Schraubenbahn, wissenschaftlich nichts weiter einwenden läßt, doch auch didaktisch sogleich bereitwillig zugeben, daß, wenn und weil es eine Schraubenbahn ist, man das den Schülern nicht nur „sagen“, sondern es ihnen nicht länger verschweigen oder sonstwie vorenthalten dürfe — daß man sie vielmehr zu allem Nötigen anleiten müsse, um sie diese Schraubenbahn, soweit dies eben trotz aller praktischen Schwierigkeiten möglich ist, mit eigenen Augen am Himmel sehen zu lassen?

Aber eben diese Möglichkeit leugnet nun die Ztschr. f. Sch.-G. einstweilen noch weiter in den Thesen⁽¹³⁾ bis⁽¹⁷⁾, indem sie vor allem auf die „Tatsachen aufmerksam machen“ zu müssen glaubt: „1. Läßt sich die Tagesbahn, der Tagbogen der Sonne nicht direkt beobachten“⁽¹³⁾ — „die Sonne läßt sich eben nicht ansehen“.⁽¹⁵⁾ Wir fragen dagegen: Auch

1) Seither wurden oft solche Sonnen- und Sternbahnphotographien ausgeführt.
Höfler, Himmelskunde u. astron. Geogr.

nicht nötigenfalls durch ein berußtes Glas, wie es bei Sonnenfinsternissen jeder Schulknabe handhabt (vorausgesetzt, daß es ihm nicht, „weil jetzt Griechisch, nicht Physik ist“, seitens der Schule verboten wird!)? Mehr als ungenau ausgedrückt ist es, wenn es dazwischen heißt: „Beobachten kann man nur⁽¹⁴⁾ den Auf- und Untergangspunkt der Sonne.“ Denn doch wohl auch mindestens einige Minuten lang noch die Sonnenscheibe selbst, da ja diese nahe dem Horizont fast immer durch die Dünste und Nebel des Horizontes nur matt leuchtet; wogegen man die Schüler freilich sobald als möglich und nötig belehren muß, daß sie bei besonderer Klarheit der Luft nur unter Blinzeln und unter sonstigem Augenschutz auch noch bei Sonnenuntergang „in die Sonne sehen“ dürfen. — Um so mehr klingt die ganz allgemeine Behauptung „Die Mittagshöhe läßt sich . . . nur . . . erschließen“⁽¹⁵⁾ bedenklich danach, als ob ihr Verfechter es nie der Mühe wert gefunden hätte, z. B. an einem nebeligen Spätherbsttag zu der auch um Mittag noch durch Nebel, manchmal in mattem Weißgrau, manchmal in auffälligem Rot sichtbaren Sonne sein leibliches Auge zu erheben und sich dabei seine geographischen Gedanken zu machen. Gewiß, das sind nur ausnahmsweise Gelegenheiten, aber erregen denn nicht gerade diese jedesmal die lebhafteste Teilnahme der Kinder wie auch noch naiver, d. h. ungelehrter und unverschulter Erwachsener? Wenn die Schule es versäumt, ja verbietet, auch diese zwar nicht häufigen, aber doch auch nie ganz fehlenden Gelegenheiten zu direkten Beobachtungen der Sonne auszunützen, so hat sie eben ein Glied in der Kette derjenigen Beobachtungen ohne Not fallen lassen, von deren übrigen Gliedern die notwendige und ausreichende Anzahl allerdings am besten durch Schattenbeobachtungen (aber doch auch nicht nur aus solchen) erschlossen werden. — Man sieht, diese drei Argumente ⁽¹⁴⁾—⁽¹⁷⁾ gegen die Möglichkeit eines wirklichen Beobachtenlassens der Sonne durch die Kinder sind etwas flüchtig hingeworfen; sie können demjenigen unmöglich imponieren, der selber sein leibliches wie sein geistiges Auge der am Himmel sichtbaren Sonne immer wieder zuzuwenden gewöhnt ist, und der eben darum seine Schüler auf eben diesen Anblick immer wieder hinzuweisen nie müde geworden ist. — Dagegen könnte die kühne Behauptung, man könne „die Tagesbahn . . . der Sonne nicht direkt beobachten“^(18) 1), allenfalls einem noch ganz ungeübten Anfänger in der astronomischen Geographie und ihrer Didaktik gerade durch diese ihre Kühnheit imponieren und so ihn verwirren. Eine offenbare Verwirrung ist es aber doch, wenn man die bloßen Erschwerungen der

1) Oder liegt der Ton dieser Leugnung darauf, daß man, wenn auch die Sonne selbst, so doch nicht ihre Bahn als stetige Linie beobachten könne? Aber bei solcher Strenge der logischen Ansprüche könnte man ja auch nur fallende Körper und einzelne ihrer Örter während des Fallens, nicht aber ihre geradlinige Fallbahn und innerhalb dieser die Fallstrecken „beobachten“.

Beobachtung infolge des meistens zu blendenden Sonnenlichtes auf eine Linie stellt mit einer wirklichen, grundsätzlichen Unmöglichkeit¹⁾, überhaupt Sonnenstände direkt zu beobachten, und hiedurch bei sich und bei anderen mehr oder minder unklare Vormeinungen hervorzurufen, deren letzte Konsequenz schließlich wäre, daß, wenn jemand trotz aller Warnungen oder Verbote nun wirklich direkt (sei es auch z. B. mit Schutzbrillen oder mit abgedunkelten Okularen am Fernrohr) sein leibliches, nicht immer nur sein geistiges Auge auf die Sonne richten möchte, er am Ende — gar nichts zu sehen bekäme!

Gehen wir nun noch die anderen oben angemerkten Nummern der Reihe nach durch. — Die Ztschr. f. Sch.-G. hält es für eine Verschlechterung des neuen Lehrplans, wenn dieser von einer „Schraubenbahn der Sonne“^(1, 5) spricht, während der alte von den „Tagesbahnen der Sonne“⁽²⁾ gesprochen hatte. Das Nötige hierzu ist zum Teil schon oben S. 43 gesagt, nämlich daß und warum es nicht angeht, immer nur von den als Himmelsparallelkreisen fingierten Tagesbahnen der Sonne zu sprechen und nicht auch irgendwann einmal ihr Übergehen ineinander, d. h. eben ihren Zusammenschluß zur Schraubenbahn, zur Sprache zu bringen; auf ganz falsche Vorstellungen, die das Begnügen mit der „mittleren Sonnenbahn“ herbeiführen mußte, während sie der prägnante Ausdruck „Schraubenbahn“ ausschließt, kommen wir S. 131 zurück.

Womöglich noch härteren Tadel als die Schraubenbahn zieht sich die Weisung des Lehrplanes zu, aus den im ersten Jahrgang festgelegten Kenntnissen von den Stellungen der Sonne zum Horizonte der Heimat im zweiten Jahrgang die Lehren von der Kugelgestalt⁽⁴⁾ und Größe⁽⁵⁾ der wirklichen Erde und erst im Hinblick auf sie das vertiefte Verständnis des Globus⁽⁶⁾, als eines im bestimmten Maße verkleinerten Abbildes jener wirklichen Erde, mit den Schülern zu erarbeiten. Sein Endurteil über diesen ganzen Lehrgang faßt der Fachmann der Ztschr. f. Sch.-G. in das Geständnis: „Ich gestehe, daß ich das nicht verstehe!“⁽³²⁾ Vielleicht ist es zu verstehen und ihm dann auch recht zu geben auf Grund des oben im Texte S. 80 ff. Dargelegten. Doch mag zur Verständigung über die gerügte Textierung des Lehrplanes etwa noch folgendes gesagt sein: Daß die Textierung eine mehr als knappe, nämlich nur auf Schlagwörter sich beschränkende ist, hat sie füglich mit allen Lehrplänen gemeinsam; und natürlich auch das, daß diese Schlagwörter von solchen nicht verstanden, oder was noch schlimmer ist, daß sie mißverstanden werden könnten, denen die Sache nicht schon vor dem Lehrplan nach jeder Richtung klar gewesen wäre. So ist denn auch aus dem beanstandeten Wörtchen „Hieraus“⁽²⁸⁾ für sich freilich noch nicht herauszulesen, was alles dazu gehört hat, um die Kugelgestalt und mit

1) Etwa wie die Unmöglichkeit, die Keplerschen Ellipsen am Himmel wirklich zu sehen (vgl. u. S. 306 Anm.).

ihr auch die Größe der Erde wirklich zu „beweisen“, richtiger: aus Messungen abzuleiten und zu berechnen: nämlich jene Verbindung von Winkelmessungen und Längenmessungen an der Erdoberfläche, die seit ERATOSTHENES bis auf den heutigen Tag das einzige Mittel zur Lösung dieser Doppelaufgabe bildet (s. o. S. 81 ff.). — Aber ganz überraschend weit geht der Einwand: „Wieso 'hieraus' die Größe der Erde! Die kann man doch hier nicht beweisen“⁽²⁹⁾. Wenn nicht „hier“, wo und wann denn sonst? Oder überhaupt nie? „Hier“ heißt: gegen Ende des zweiten Jahrganges des geographischen Unterrichtes, d. h. um die Zeit, da der Lehrer der Geographie als solcher im Begriffe ist, den von ihm zu leistenden Beitrag zur astronomischen Geographie abzuschließen und ihn dann im nächsten (dritten) Schuljahr dem Physiklehrer in die Hände zu legen. Also schiebt der Lehrplan eine Mitteilung der wirklichen Gründe unseres Wissens von der Kugelgestalt und Größe der Erde ohnedies so weit als möglich hinaus, damit der Geographielehrer diese nicht mehr ganz leichten Begründungen seinen Schülern so spät als möglich gebe, d. h. wenn sie so verhältnismäßig reif und mit Kenntnissen des Tatsächlichen so weit ausgerüstet sind, als sich dies während der ersten zwei Schuljahre eben noch erreichen läßt. — Eine Streitfrage mag es immerhin bis auf weiteres bleiben, ob denn Zwölf- und Dreizehnjährige überhaupt schon reif genug sind, um ganz oder auch nur zum wesentlichen Teile einen so schönen und großartigen Gedanken zu würdigen, wie es jene Leistung des ERATOSTHENES und aller seiner Nachfolger ist. Um aber etwas zur Schlichtung dieser Streitfrage beizutragen, muß man es füglich überhaupt erst einmal in der Schule versucht haben, wie weit es didaktisch tunlich ist, diesen wissenschaftlich einzigen und einzig möglichen Weg mit solchen Schülern zu gehen. Denn solange nur die dogmatische Methode erprobt ist, die die Ztschr. f. Sch.-G. in den Worten schildert „Da kann man — wenn das notwendig⁽³⁰⁾ ist — einfach die Daten angeben — Umfang und Erdachse“, könnte man höchstens Erfahrungen über das pädagogisch gänzlich Unbefriedigende einer solchen Unmethode sammeln — wenn noch eigene Erfahrungen darüber „notwendig“ sind, daß bloß „angegebene Daten“ notwendig ein totes Gut für den Schüler bleiben müssen. Und was soll nun gar die Frage, ob man „gar den Kubikinhalt“⁽³¹⁾ mitteilen soll? Das könnte nur ein Geographielehrer, der nun einmal ins „Mitteilen“ von Bevölkerungszahlen, Bergeshöhen u. dgl. allzutief hineingeraten ist und es nicht der Mühe wert gefunden hat, sich darauf zu besinnen, daß im Mathematikunterrichte der bald folgenden Schuljahre aus dem Umfang der Erde sehr leicht vor allem der Halbmesser und dann auch der Kubikinhalt vom Schüler errechnet werden kann, ihm also keineswegs „mitgeteilt“ zu werden braucht. — Man wird übrigens diese Zwischenfrage „oder soll man gar den Kubikinhalt mitteilen!“

wohl nur als Ausfluß des allgemeinen Unmuts gegen den Lehrplan und als rhetorische Frage nicht allzu tragisch zu nehmen haben. — Umsomehr haben wir zu verweilen bei den Einwänden ⁽¹⁹⁾, ⁽²⁰⁾, ⁽²¹⁾, die die Übertragung des in der Heimat gewonnenen Bildes der Schraubenbahn betreffen. Ausnahmslos ablehnend verhält sich die Ztschr. f. Sch.-G. nicht gegen eine solche Übertragung, indem sie sagt „Das geht ja, wenn man eine Beschreibung hat“. Sogleich die folgenden Worte aber bereiten dem Nichtgeographen die Überraschung, als hätte man solche Beschreibungen nur von Polar-, nicht auch von Tropengegenden. Der Satz „der Lehrer hat ebenso wenig am Äquator⁽²⁰⁾ Beobachtungen gemacht wie der Schüler“ gilt ja für die meisten Lehrer und Schüler auch von fast allen übrigen Orten der Erde; auch die österreichische Nordpol-expedition⁽¹⁹⁾ haben sie alle miteinander nicht mitgemacht. Die Darstellung weist also hier gewisse Flüchtigkeiten in den logischen Prämissen und Konklusionen auf und wird kaum das entkräften, was oben im Text (S. 77) gesagt wurde über die von Forschungsreisenden gelieferten Beschreibungen in Sachen der Sonne und was immer für anderer geographischer Elemente und über ihre Vermittlung an die Phantasietätigkeit des Schülers. Aber auch das spezielle Bedenken gegen die Leistungsfähigkeit des „mathematischen Vorstellungsvermögens“⁽²¹⁾ von Schülern der zweiten Klasse war nicht unbegründet, solange die alten mathematischen Lehrpläne galten, die sich eben um die Bedürfnisse des Geographieunterrichtes gar nicht gekümmert hatten. Nach den neuen mathematischen Lehrplänen aber ist, wie schon oben, S. 89, erwähnt, ausdrücklich der Geometrie des zweiten Jahrganges u. a. aufgetragen: „Kugel nach den Erfordernissen des gleichzeitigen Geographieunterrichtes“.

Wieder eine andere Art von Bedenken sind die, welche „den wahren Grund“⁽²²⁾ verlangen, weil doch das von der Sonnenbahn „alles nicht wahr ist“⁽²³⁾. Sie erledigen sich durch das über scheinbare und wirkliche Bewegungen oben im Texte (S. 104ff.) grundsätzlich Erörterte.

Die These, daß die Schüler alles über die Sonnenstände und ihre Zusammenfassung zur Schraubenbahn und deren Stellung in fremden Horizonten „zur Ortsbestimmung und Erklärung klimatischer Verhältnisse nicht brauchen“⁽²⁴⁾, wird gegen unsere entgegengesetzte These, daß man hiezu nur jene Sonnenstände brauche, wohl von den Gegnern der Sonnenbahnmethode im ersten Geographieunterrichte neu begründet, oder aber sie wird zurückgezogen werden müssen. — Daß „solche Beobachtungen im Laufe des Jahres durch die Schüler“⁽¹⁰⁾ vorgenommen werden, scheint die Ztschr. nicht schlechthin zu mißbilligen, da sie sagt, es sei „nur“ zu fürchten, daß man sich durch den Ausdruck Schraubenbahn zu allzu schwierigen mathematischen Problemen veranlaßt sehen wird. Wir kommen auf diese Befürchtung unten (S. 129) zurück.

Den stärksten Tadel seitens der Ztschr. hat sich der Ausdruck „Ver-

tiefe Lehre vom Globus⁽⁸³⁾ zugezogen. Der Kritiker erklärt sich durch ihn verblüfft; aber daß er „das nicht versteht“, hat er wohl vor allem selbst verschuldet, indem seine obige Anführung des Lehrstoffes der ersten Klasse unvollständig ist und hinter den Worten „Bild von der Schraubenbahn der Sonne“⁽¹⁾ plötzlich abbricht. Es hatte aber in dem S. 25 ff. vollständig angeführten Lehrplan schon für die erste Klasse geheißen: „... Orientierung in der wirklichen Umgebung und auf der Karte. Erste Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus“. — Es ist oben (S. 64 ff.) ausführlich dargelegt worden, daß, was der erste Jahrgang aus der Lehre vom Globus vorwegnehmen kann, auch für eine „erste Bekanntschaft“ so überaus wenig ist, daß der zweite gewiß noch genug „zu vertiefen“ hat. Die Einwendungen⁽⁸⁶⁾ und⁽⁸⁷⁾ scheinen es dagegen vorzuziehen, daß den Schülern schon in der ersten Klasse so gut wie alles über den Globus gesagt wird, und deshalb wird dann in den Einwendungen⁽⁸⁸⁾ bis⁽⁸⁹⁾ von einer „vertiefenden“ Lehre im zweiten Jahrgang auch sofort eine „Plage“ des Schülers von „ganz unglaublichen Dimensionen“ befürchtet. Aber wer gibt dem Kritiker ein Recht, was immer für einem Lehrer schon deshalb didaktische Unglaublichkeiten zuzutragen, weil etwas — gleichviel ob die Lehre vom Globus oder was sonst — in zwei aufeinander folgenden Jahrgängen einer „ersten Bekanntschaft“ und einer „vertiefenden“ Behandlung empfohlen wird? — Demgegenüber bleibt für unsere in den vorausgegangenen §§ 6, 7 gegebene Darlegung, was alles an Vorkenntnissen zu einer nicht bloß dogmatischen Behandlung des Globus und seines Gradnetzes wissenschaftlich und didaktisch erforderlich ist, einstweilen abzuwarten, ob nun aus jener zusammenhängenden Darstellung auch die wirklichen Absichten des Lehrplans und seine auf kurz andeutende Worte sich beschränkende Formulierung von nun an besser „verstanden“ und dann wohl gar gebilligt werden.

Immerhin aber sei hier — und wahrlich nicht um der Polemik als solcher willen, sondern um auch für die an ganz andere Lehrgänge gewöhnten Gegner des Ausgehens von Sonnenbeobachtungen den Stein des Anstoßes aus dem Wege zu räumen — noch die folgende Gegenfrage, sozusagen als Gegenprobe, gestattet: Gesetzt, ein Schüler habe — jetzt gleichviel ob durch oder ohne Schuld des Lehrers — nicht schon Wahrnehmungen und Erfahrungen darüber gesammelt, wo die Sonne zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten zu sehen ist, und er habe noch weniger ein zusammenfassendes Anschauungsbild von der mittleren Bahn der Sonne erworben. Auf was für andere und andersartige Vorkenntnisse des Schülers will denn dann ein Unterricht, der sich nicht mit rein dogmatischen „Mitteilungen“ begnügt, eine „erste Bekanntschaft mit dem Gradnetz des Globus“ während des ersten Jahrganges, eine „vertiefende Lehre vom Globus“ im zweiten Jahrgang

gründen? Doch wieder auf die herkömmlichen „Beweise für die Kugelgestalt der Erde“? Aber auch, wenn diese nicht so unzulänglich wären, wie oben (S. 92–96) gezeigt wurde, könnten sie höchstens die Gestalt der Erde und mit ihr die des Globus, nicht aber das Gradnetz beider begründen.

Auf die noch erübrigenden Einwendungen ⁽⁷⁾ bis ⁽¹²⁾ und ⁽³⁸⁾ bis ⁽⁸⁵⁾ der Ztschr. f. Sch.-G. kommen wir unten (S. 135) noch zurück im Zusammenhange mit der allgemeinen Frage nach dem wünschenswerten Verhältnis zwischen dem Geographie- und Physikunterricht in Sachen der astronomischen Geographie. Bis auf weiteres wolle man aber schon in den vorstehenden Bemühungen, die Bedenken der Ztschr. f. Sch.-G. gegen die „Sonnenbahn-Methode“ Punkt für Punkt zu entkräften, nicht Hartnäckigkeit oder etwas wie Verrantheit in eben jene Methode erblicken, sondern vor allem einen Ausdruck dafür, daß wir ein durchaus ernst zu nehmendes Hindernis für den Fortschritt von der einstigen dogmatischen Unmethode zu einer auf Naturanschauung sich gründenden Methode der astronomischen Geographie überhaupt darin sehen würden, wenn es der vorliegenden Didaktik nicht doch noch gelingen sollte, einen so ausgezeichneten Schulmann, wie es jener Kritiker der neuesten österreichischen Lehrpläne ist, von seinen Befürchtungen und seinem – wie er es selbst nennt – „Nichtverstehen“ entscheidender Punkte jener Lehrpläne zurückzubringen.

Doch darf bei aller Anerkennung der Autorität der Ztschr. f. Sch.-G. und ihres Berichterstatters doch auch nicht verschwiegen werden, daß sie diesmal schon nicht mehr im Sinne einer Majorität von Geographielehrern gesprochen zu haben scheint. Sondern neben dem Kampf gegen die Sonnenbahn- oder Schraubenbahn-Methode überhaupt hat der Verfasser vorliegender Didaktik während des mehr als zwanzigjährigen Kampfes eine im ganzen doch wohl überwiegende Zahl von Anzeichen dafür zu verzeichnen Gelegenheit gehabt, daß das damals Neue sich in den Überzeugungen der Lehrer (auch der Lehrbuchverfasser) und hiermit in der ganzen Praxis des Geographieunterrichtes wirklich einzuleben begonnen hat. Statistiken hierüber oder Aufzählungen der Majoritäten für und gegen die alten Unmethoden und die neuen Methoden mögen, falls sie Bedürfnis sind, minder Parteiischen, als Schreiber dieser Zeilen nun einmal ist, vorbehalten bleiben. Und ohne daß etwa unversöhnliche Gegner der Schraubenbahn und der auf sie sich gründenden didaktischen Methode darin eine Geringschätzung ihrer Parteilstellung erblicken mögen, werden wir, von jetzt an alle polemische Form abstreifend, zuerst rechnerisch und zeichnerisch, dabei also rein wissenschaftlich weit über die Bedürfnisse der ersten zwei Jahrgänge hinausgehend, die genauere Beschreibung der Sonnenbahn nachtragen und erst angesichts dieses wissenschaftlichen Tatbestandes

uns noch einmal didaktisch besinnen, inwieweit dieser Tatbestand den Schülern während der ersten Schuljahre nur in vereinfachenden Grundzügen und erst während der letzten Schuljahre wissenschaftlich restlos zu vermitteln sei.

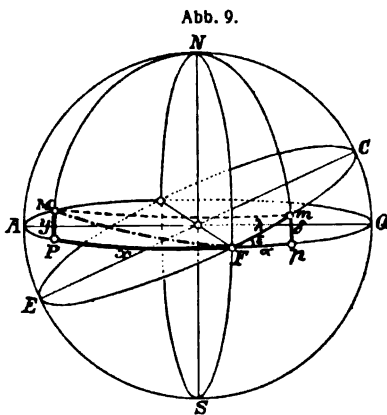
Um von vornherein kein Mißverständnis (oder eine Mißdeutung) darüber aufkommen zu lassen, daß die nun (bis S. 129) folgenden Ausführungen über die Schraubenbahn der Sonne nicht etwa für die Augen und Ohren der zehn- und elfjährigen Geographie-Schüler des ersten und zweiten Jahrganges einer Mittelschule bestimmt sind, sondern Stoff für alle folgenden, meist für die obersten Jahrgänge bilden können, stellen wir für jetzt an die Spitze:

I. Die Gleichung der Schraubenbahn (im Sinne der analytischen Geometrie des Raumes). Der Verfasser des vorliegenden Bandes hat diese Aufgabe gestellt und gelöst in der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. Bd. III (1890) S. 244. Sie sei von dort hier unverändert wiedergegeben:

„32. Wie lautet die Gleichung derjenigen Bahn (Schraubenlinie, vgl. d. Ztschr. II, S. 167), in welcher sich die Sonne in bezug auf die Erde im Laufe eines Jahres zu bewegen scheint? Die Bewegung der Sonne längs der Ekliptik ist als gleichförmig anzunehmen.

Antwort: Es sei NS die Weltachse, AQ der Himmelsäquator, EC die Ekliptik; F der Frühlingspunkt. Steht dann zu einer gewissen Zeit nach

der Frühlingsnachtgleiche die Sonne in m , so ist $Fm = \lambda$ ihre Länge, $Fp = \alpha$ ihre Rektaszension, $pm = \delta$ ihre Deklination. Während der Zeit, in welcher die Sonne in bezug auf den Fixsternhimmel von F nach m fortgeschritten ist, hat sich der Fixsternhimmel in bezug auf die Erde gedreht, der Punkt F ist längs des Bogens $FP = x$ des Himmelsäquators nach P , die Sonne von m nach M fortgeschritten, wo M in dem durch P gelegten Deklinationskreis so liegt, daß $PM = y$



gleich ist $pm = \delta$. Der Kurvenbogen von F nach M ist dann ein Stück der gesuchten Schraubenbahn; als Gleichung dieser Kurve werden wir die Relation zwischen den Bogen (Winkeln) x und y zu betrachten haben.

Nun hat in derselben Zeit, in welcher die Sonne in bezug auf den Fixsternhimmel einmal die Ekliptik durchläuft, der Fixsternhimmel soviel Umläufe in bezug auf die Erde gemacht, als das Jahr Sterntage hat. Bezeichnen wir diese Zahl ($366\frac{1}{4}$) mit n , so ist wegen der als gleichförmig vorausgesetzten Bewegung längs λ und der wirklich gleichförmigen längs x

$$x : \lambda = n : 1, \text{ woraus } \lambda = \frac{x}{n}.$$

Dies ebenso wie die obige Relation $\delta = y$ eingesetzt in die bekannte Relation zwischen $\delta, \lambda, \epsilon$

$$\sin \delta = \sin \epsilon \cdot \sin \lambda$$

gibt die verlangte Gleichung der Schraubenlinie:

$$\sin y = \sin \epsilon \cdot \sin \frac{x}{n}.$$

Lehrreiche Spezialwerte sind die für die Zeitpunkte, welche die Zeitdauer von einem Durchgang der Sonne durch den Frühlingspunkt bis zum nächsten in 12 gleiche Teile teilen; und weiter die für die Zeitpunkte, welche je ein solches Zwölftel in 4 gleiche Teile teilen. Es sind hierfür einzusetzen:

$$x = \frac{1}{48} \cdot 360^\circ \cdot n, \quad x = \frac{2}{48} \cdot 360^\circ \cdot n \dots \quad x = \frac{12}{48} \cdot 360^\circ \cdot n \dots \text{ (warum?)}$$

Berechnet man die diesen x entsprechenden y , so stimmen sie überein mit den a. a. O. S. 168¹⁾ angegebenen Deklinationen der Sonne. Berechnet man aber die Monatstage, welche den vom 21. März gezählten Achtundvierzigsteln eines Jahres entsprechen, so stimmen sie nicht ganz überein mit den dortselbst angegebenen Monatstagen, welche dem astronomischen Kalender entnommen (resp. durch Interpolation bestimmt) sind. Die Abweichung der Monatstage gibt ein Bild von der „Ungleichheit“ der Bewegung der Sonne längs der Ekliptik.“

Bemerkung 1. Der Ausdruck „Gleichung der Schraubenbahn“ hatte hier einen etwas anderen Sinn, als den der Schüler sonst in der analytischen Geometrie der Ebene (und des Raumes) von „Gleichungen der ebenen (und räumlichen) Kurven“ gewöhnt ist. Nicht auf die Sonnenschraube als Linie am Himmelsgewölbe kommt es ja bei strengerer Auffassung an, sondern zu dieser scheinbaren „Linie“ hat man sich vom Mittelpunkt in der Abb. 9 Gerade gezogen zu denken, und diese den jeweiligen Sonnenorten an der Himmelskugel entsprechenden Sehstrahlen des Beobachters beschreiben dann eine Schraubenfläche. Doch

1) Nämlich Poskes Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. II (1889) in dem Aufsatze „Zwei Lehrmittel zur astronomischen Geographie“. — Vgl. u. S. 127, Abb. 20.

ist diese Ersetzung von Punkten und Linien an der Himmelskugel durch Gerade vom Auge des Beobachters zu jenen Punkten keine andere als die allgemeine in der Astronomie, wo statt jener Bogen von arbiträrem Halbmesser immer nur die Winkel¹⁾ mit dem Scheitel im Auge des Beobachters in Betracht kommen, und als die spezielle in der sphärischen Trigonometrie, die ja auch nicht buchstäblich sphärische „Dreiecke“ im Sinne von Stücken einer Kugeloberfläche, sondern in dem der Kanten- und Flächenwinkel körperlicher Ecken behandelt. Eben deshalb werden aber auch wir mit demselben Recht, wie von „Seiten“ sphärischer Dreiecke gesprochen wird, auch weiterhin von der Schraubenlinie sprechen, die die Sonne an der Himmelskugel beschreibt.

Bemerkung 2. Sollte aber vielleicht ein Teil des Widerstandes gegen den Begriff einer Schraubenbahn der Sonne darin liegen, daß man beim Worte „Schraubenlinie“ immer nur an eine Zylinderschraube und eine solche mit gleich weit abstehenden Windungen (Abb. 10) denkt? Aber Schraubenlinien kann man ja doch auch auf Kugeloberflächen zeichnen; und auch wenn ihre Windungen nicht überall gleich weit abstehen (Abb. 11, 12), gibt es für das verbleibende Wesentliche der allmählich aufsteigenden (und dann wieder absteigenden) Gänge keine näher liegende Bezeichnung als eben „Schraubenlinie.“

Sonderbar ist es, daß man die Sonnenbahn nicht selten als Spirale²⁾ beschrieben findet – was aber sicher schon deshalb ein viel weniger zutreffender Ausdruck wäre, weil die Spiralen ebene Kurven sind (Abb. 13, 14, 15), jene „Sonnenschraube“ aber eine doppelt gekrümmte Linie ist (wie auch schon die gewöhnliche zylindrische Schraubenlinie).

1) Vgl. die unten, S. 160 wiedergegebene Fig. 289 (Abb. 32) aus der „Unterstufe der Naturlehre“.

2) Allerdings scheint das Sprachgefühl vieler auch geometrisch nicht ganz Ununterrichteter zwischen Schraube und Spirale nicht immer klar zu unterscheiden. So gab es kürzlich einen Patent-Prozeß um das Fabrikzeichen von Sensen, über den in den Zeitungen berichtet wurde unter der Spitzmarke „Schraube oder Spirale?“

Die Konfusion setzt sich auch in die wissenschaftliche, wenn auch nicht fachmännisch mathematische Sprache hinein fort. So schreibt FRANZ BRENTANO in seinen „Untersuchungen zur Sinnespsychologie“ (1908) S. 118, daß der Herbartianer DROBISCH das Tonhöhenkontinuum graphisch dargestellt habe durch eine Linie, die „einer *Spirallinie* gleich in vielen sich wiederholenden Windungen emporsteige, indem er dabei dem Verhältnis der Oktaven in der Art Rechnung trug, daß er die den gleichnamigen Tönen entsprechenden Punkte senkrecht übereinander stehend dachte.“ – In Wahrheit ist hier unter

Abb. 10–18.

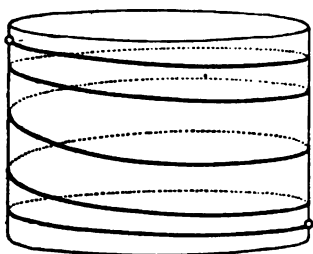


Abb. 11.

Abb. 14.

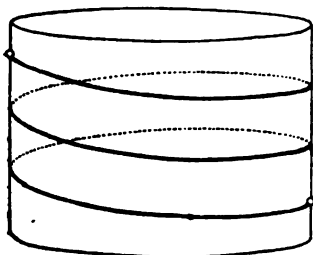
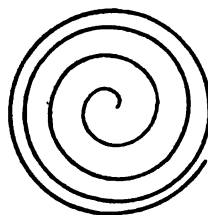


Abb. 10.

Abb. 13.

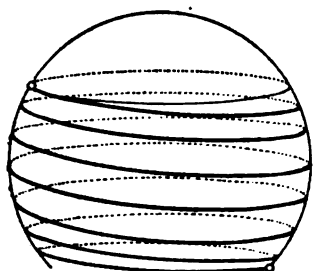
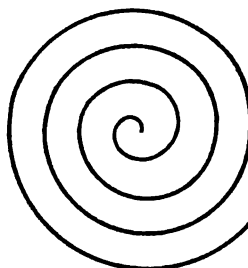
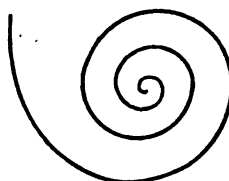


Abb. 12.

Abb. 15.



Schraubenlinien

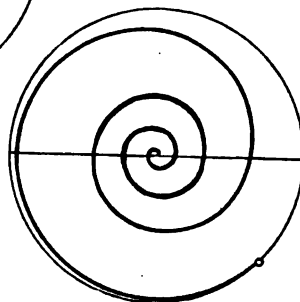
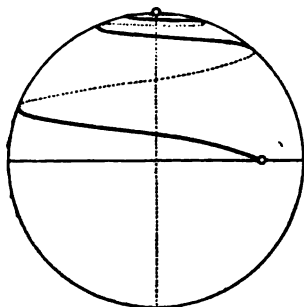
Spiralen

Abb. 16.



Abb. 17.

Abb. 18.



Loxodromen (vgl. S. 125 und S. 275)

Zugegeben ist, daß auch Spiralen (Abb. 13 die einfache archimedische mit der Gleichung $r = k \cdot \varphi$ und Abb. 15 die logarithmische mit

Spirallinie nichts anderes gemeint als eine Schraubenlinie, und zwar die einfache zylindrische. (Ich habe in meiner Psychologie, große Ausgabe, 1897, S. 99 diese Schraubenlinie für Tonhöhen und Tonintervalle in Fig. 4 gezeichnet. In der neubearbeiteten zweiten Auflage werde ich dieser schematischen Figur noch eine andere beifügen, in der der Zylinder durch eine Art Doppelkegel ohne scharfen Rand, also ein weckenartiges Gebilde ersetzt ist, an dem die Windungen gegen unten und oben enger und näher verlaufen als in der Mitte; wodurch die psychologisch-gegenständliche Tatsache wiedergegeben wird, daß uns in den tiefsten wie in den höchsten Tonlagen die Töne sozusagen näher aneinander zu rücken scheinen. — Diese vorläufige Mitteilung für jetzt nur zu dem Zweck, um wieder durch eine unserem gegenwärtigen Stoff an sich ganz ferneliegende Anwendung an den Gedanken zu gewöhnen, daß sich Schraubenlinien auch auf anderen Flächen als rein zylindrischen vorfinden können.) —

Und noch ein Beispiel, dieses wieder ganz aus unserem augenblicklichen Gebiet, dem des „scheinbaren“ Sonnenlaufes am Tageshimmel. PICK, *Astronomische Geographie* (s. o. S. 4 und S. 70 ff.) schildert die Bewegung der Sonne am Nordpol so, daß diese dort „vom 21. März bis 21. Juni spiralförmig auf-, von da bis 23. September absteigend, ein halbes Jahr — unser Sommerhalbjahr — sichtbarer Zirkumpolarstern [?] wäre, um dann für das ganze Winterhalbjahr als unsichtbarer Zirkumpolarstern zu verschwinden.“ Was PICK hier „spiralförmig“ nennt, meint offenbar ganz dasselbe, was wir „schraubenförmig“ nennen. — Bemerkenswert ist aber auch, daß PICK sich für die Schilderung des Sonnenlaufes am Nordpol zu diesem Raumbild der Schraube gedrängt sieht, während er in den vorausgegangenen Schilderungen (vgl. z. B. oben S. 71 ff.) nichts von der Art des Übergehens der Sonne aus einem Himmelsparallelkreis in den anderen gesagt hatte. Der psychologische Grund hierfür ist wohl der, daß erst gegen die Pole hin (aber nicht erst an den Polen) das tägliche Auf- und Untergehen wegfällt und mit ihm auch die Versuchung, sich jede einzelne Tagesbahn als etwas Selbständiges, mit dem Übrigen nicht stetig Verbundenes zu denken. Von dieser psychologischen Sachlage kann auch der Unterricht entsprechenden Gebrauch machen; z. B. indem er das Modell Abb. 20, insoweit es auf möglichste Übersichtlichkeit und leichtestes, festes Einprägen des rein geometrischen Bildes der auf- und absteigenden Schraubenwindungen ankommt, nicht sogleich für den Horizont der Heimat einstellt, sondern so oft als für jenes Einprägen nötig ist, mit vertikaler Globusachse, d. h. also den Horizonten der Pole entsprechend, vor die Schüler hinstellt. Ebenso auch bei Zeichnungen wie in Abb. 21, 22, S. 127. —

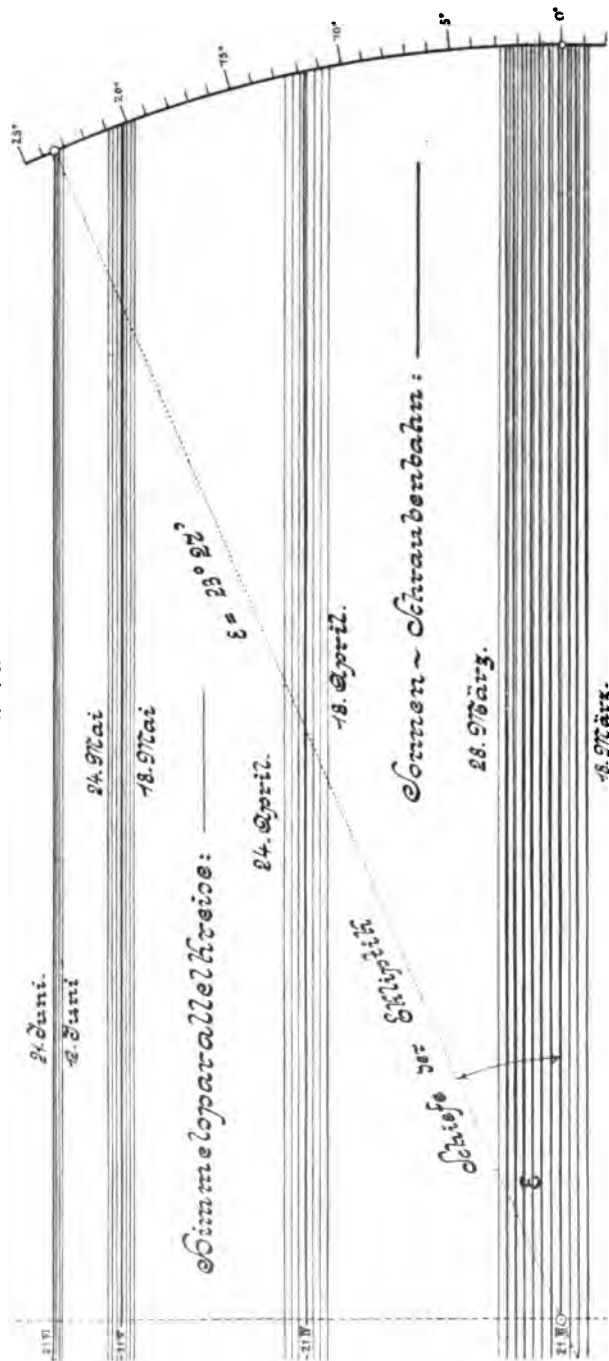
DIESTERWEGS *Populäre Himmelskunde* (neu bearbeitet von MEYER und SCHWALBE 1890) sagt S. 68 in der Hauptsache richtig: „Über den Horizont [des Nordpolbewohners(?)] kommt die Sonne am 21. März(?) herauf und beschreibt über demselben eine Schraubenlinie, bis sie am 21. Juni den höchsten Stand erreicht und den nördlichen Wendekreis KR beschreibt; dann kehrt sie in einer Schraubenlinie zurück, bis sie nach dem 23. September(?) unter dem Äquator-Horizont verschwindet, um ihn nach einem halben Jahre, am 21. März wieder zu erreichen.“ — Ungenau sind hier die mit (?) bezeichneten Stellen, indem namentlich schon vor dem 21. März und erst nach dem 23. September die Sonne über, bzw. unter den Horizont zu gehen scheint — der Strahlenbrechung wegen, von der man höchstens den ganz kleinen Anfängern noch nichts sagen wird.

der Gleichung $r = k \cdot e^{\varphi}$ — dagegen Abb. 14 eine Spirale mit nach außen sich verengenden Windungen ohne bestimmtes Gesetz) wieder nicht nur ebene Kurven sein müssen, sondern daß der Spiralcharakter auch noch überwiegen kann, wenn z. B. ein spiralförmig gewundener Draht an eine Kugel angepreßt wird. Also allerlei Übergänge zwischen Spiralen und Schraubenlinien. Daß solche nicht nur durch eine unexakte Phantasie auszudenken sind, sondern daß sie auch als wohldefinierte Kurven eine Rolle in der Mathematik spielen, belegt die Loxodrome (vgl. u. S. 275); sie ist die Kurve, in der sich ein Punkt bewegt, der jeden Parallelkreis (bzw. Meridian) unter einem konstanten Winkel schneidet. [Also eine Kurve, auf die auch der Unterricht in der Geographie zu sprechen kommen kann anläßlich der bekannten Erörterung, daß, wer z. B. von einem Punkt der Westküste Europas nach einem in gleicher geographischer Breite an der Ostküste Amerikas auf dem kürzesten Wege gelangen will, nicht im Parallelkreis fahren darf, sondern von diesem anfangs unter einem bestimmten Winkel abzweigen muß, weil er in dem durch jene zwei Punkte gehenden größten Kugelkreis als der kürzesten Verbindung jener zwei Punkte auf der Kugel fahren will. Derselbe Winkel zum Parallelkreis im entgegengesetzten Sinn entspricht dann dem Landen; nur in der Mitte des Weges ist der Winkel zwischen größtem Kreis und dem entsprechenden Parallelkreis Null.]

Auch die Loxodrome zeigt also in der Nähe des Äquators überwiegend Schraubencharakter, in der Nähe des Poles, der für sie ein asymptotischer Punkt ist, ebenso entschieden Spiralencharakter; Abb. 16–18.

II. Unter ähnlichen vereinfachenden Annahmen (gleichförmige Bewegung der Sonne längs der Ekliptik usw.) wie in der vorstehenden Berechnung der Schraubenbahn ist auch die folgende Zeichnung (Abb. 19) angefertigt. Es ist in ihr nicht nur auf die perspektivische Darstellung der ganzen Schraubenbahn überhaupt verzichtet, sondern es sind auch die einzelnen Gänge der Kugelschraube durch Gerade ersetzt (ähnlich wie man für die Schraubenlinie auf einem vertikalen Zylinder bei Verzicht auf sonstige Perspektive als Aufriß eine Sinuslinie erhält, diese aber bei weitergehender Schematisierung durch eine Zickzacklinie ersetzen kann). Dabei stellen die dünneren Linien die Himmelsparallelkreise dar, die in erster Annäherung, wenn man nämlich von der stetigen Deklinationsänderung der Sonne absieht, die Bahn von Tag zu Tag wären. Die dickeren Linien stellen dann die einzelnen wirklichen Schraubengänge dar (und zwar die auf der Vorderseite der Schraube; die der Hinterseite sind weggelassen, um die ohnedies gegen die Wendekreise hin für eine deutliche Zeichnung schon allzu dicht sich scharenden Linien nicht noch mehr zu verdichten und dadurch zu verwirren). Auch ist nur das rechte obere Viertel der vollständigen Zeichnung in Abb. 19 wiedergegeben und für die übrigen drei Viertel die Fortsetzung der Linien angedeutet. —

Abb. 19



(Zur näheren Erläuterung dieser Abb. 19 vgl. S. 125)

Abb. 21.

(Vgl. Abb. 38, S. 189)

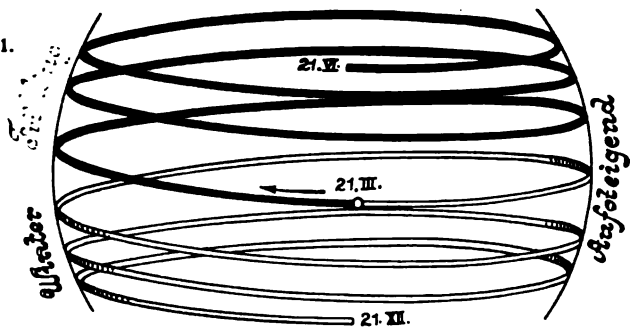


Abb. 20.

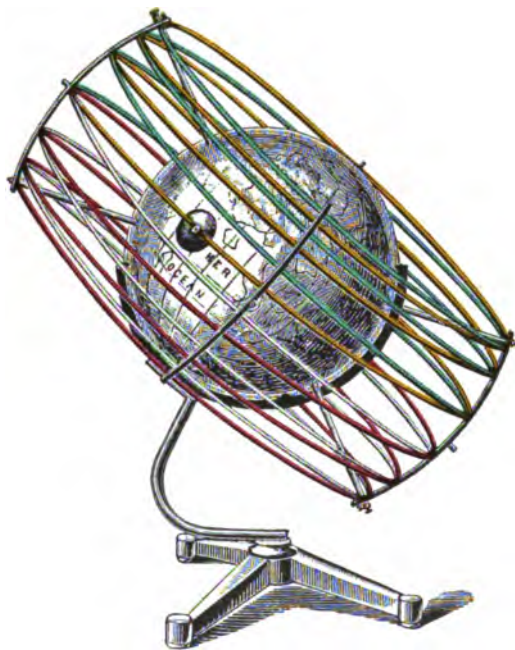
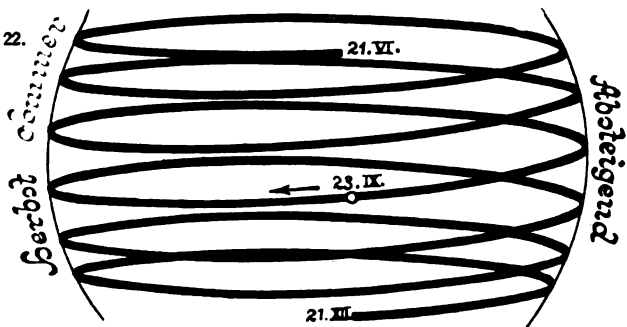


Abb. 22.

(Vgl. Abb. 38, S. 189)



In den beiden Zeichnungen (Abb. 21, 22) sind statt der den 365 Tagen entsprechenden Windungen nur die für die 12 Monate fin-
gierten dargestellt. — Über den Schritt von den Zeichnungen zu den
Modellen der Schraubenbahn bemerkte V. 1889:

„Angesichts dieser grundlegenden Bedeutung, welche einer festen
Vorstellung von der **Schraubenbahn der Sonne** für den ganzen Unter-
richt der beiden ersten Jahrgänge astronomischer Geographie zukäme,
schien es mir wünschenswert, diese Vorstellung durch ein **Modell**
[Abb. 20] zu fixieren. Die 365 Windungen der wirklichen Sonnenbahn
sind hier auf 12 reduziert; die drei grün angestrichenen Windungen
entsprechen den drei Monaten des Frühlings, die gelben dem
Sommer, die roten dem Herbst, die weißen dem Winter. Das
Modell kann mittels vier Stäben, welche die Richtung der Sonnenstrahlen
zur Zeit der Solstitien haben, an dem Meridianring des montierten
Globus so befestigt werden, daß es alle Änderungen der Achsenstellung
des letzteren mitmacht, und zwar so, daß die Mittelebene der Schrauben-
bahn ein für allemal zusammenfällt mit der Ebene des Globusäquators:
die grünen und gelben Windungen stehen dann unverrückbar über den
Ländern der nördlichen, die roten und weißen über den Ländern der
südlichen Hälfte der heißen Zone. Wird also die Globusachse z. B. zu-
erst für Orte der geographischen Breite von Wien, 48° , eingestellt (so
in der Figur), d. h. zum Pol, unter 48° gegen den Horizont des Schul-
zimmers geneigt, so zeigen sich sämtliche Windungen des Modells
durchschnittlich unter 42° gegen den Horizont geneigt; die „Sonne“,
dargestellt durch einen kleinen Hohlspiegel, der sich an einer beliebigen
Windung des Modells aufstecken läßt, kulminiert in 42° Höhe, wenn sie
in der Äquatorebene des Modells steht, d. h. an dem Punkte, in welchem
Weiß in Grün (Frühlings-) und Gelb in Rot übergeht (Herbstäqui-
noktium); im Sommer- resp. Wintersolstitium um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ höher resp.
tiefer usw. — Wird die Globusachse horizontal, d. h. für Orte des Äqua-
tors eingestellt, so zeigt das Modell, daß, wenn in unseren nördlichen
Breiten Frühjahr und Sommer ist, die Sonne nördliche, im Herbst und
Winter südliche Tagesbögen zurücklegt. Ferner bei vertikaler Achsen-
stellung: daß während unseres ganzen Frühling-Sommer-Halbjahres die
Sonne über, im anderen unter dem Horizont des Nordpoles sich be-
wegt. Sodann allgemeiner: daß dem Frühling und Sommer der nörd-
lichen Erdhalbkugel der Herbst und Winter der südlichen entsprechen;
denn die grün-gelben Windungen haben die gleiche Lage zur nörd-
lichen wie die rot-weißen zur südlichen Halbkugel.

Endlich sind auch feinere Einzelheiten unmittelbar am Modell zu er-
läutern: so, daß der Tag um die Zeit der Äquinoktien am raschesten,
um die Zeit der Solstitien am langsamsten zu- und abnimmt usw. . .

Ich muß wohl, nach dem vorigen scharfen Angriff auf die Tellurium-

methode, auf den Vorwurf gefaßt sein, daß eine Schraubenmodellmethode um nichts besser wäre. — Die Erwiderung ist natürlich die, daß die Sonnenbahnmethode nichts weniger als abhängig vom Modell ist. Dieses soll ja erst vorgezeigt werden, wenn die Vorstellung von der Sonnenbahn durch anhaltende Betrachtung wirklicher Sonnenstände in den Hauptzügen erworben ist; und nur festgehalten soll diese Vorstellung werden durch gelegentliche Blicke auf das Modell. Jeder durch dieses etwa noch erworbene Zuwachs an Klarheit der Vorstellung von den Einzelheiten der Gestalt der Sonnenbahn (z. B. daß die Windungen in der Nähe der Äquinoktien am weitesten voneinander abstehen) läßt sich aber sofort wieder zurückübertragen auf die Anschauung der wirklichen Sonnenbahn. — Und selbst wenn man einmal ausgegangen wäre von der Demonstration der mit dem Globus zu einem Ganzen verbundenen Schraube, z. B. bei horizontaler Achse des Systems, um die Besonderheiten des Sonnenlaufes in den Ländern des Äquators zu beschreiben, vermöchte sich der Schüler die Anschauung eines solchen Modelles sofort immer mit aller Lebhaftigkeit der Phantasie, welche ihm überhaupt gerade zur Verfügung steht, in das übrige Landschaftsbild einer Tropengegend einzuordnen: das steile Aufsteigen und Untersinken der Sonne, ihr Kulminieren im Zenith, später nördlich von ihm, dann wieder im Zenith und dann südlich von ihm usf. — Hat er dann diese anschauliche Phantasievorstellung einer fremden Landschaft sich einmal erworben, so wird er ganz von selbst das Modell wieder vergessen haben. — Wer wollte eine ähnliche Eignung, unmittelbar die Phantasievorstellung von einem Landschaftsbilde zu bereichern und zu beleben, den am Tellurium erworbenen Vorstellungen zumuten? [S. o. S. 70.]

Dies also ist der zweite didaktische Unterschied zwischen Sonnenbahnmethode und dogmatischer oder deduktiver oder Telluriummethode: nur die erstere leitet den Geist an, bei der anschaulichen Vorstellung der Wirklichkeit zu verweilen, nur sie darf auf alle Segnungen der Anschaulichkeit des Unterrichtes, auf Interesse, und mit ihm auf Veredelung des Gemütes durch das organisch erworbene Wissen zählen.“ —

Man braucht keineswegs grundsätzlicher Gegner der Schraubenbahn und Schraubenbahnmethode zu sein, um angesichts der trotz der angebrachten Vereinfachungen noch recht verwickelten Figuren 19–22 Bedenken zu haben, ob man denn das Auffassen eines solchen Raumbildes zehnjährigen Schülern zumuten dürfe? Wir, die grundsätzlichen Anhänger der Schraubenbahnmethode, sind weit davon entfernt, dieses Bedenken gering anzuschlagen — sehen vielmehr eine nach Sicherstellung des nun einmal nicht einfachen wissenschaftlichen Tatbestandes um so reizvollere didaktische Aufgabe darin, wie

sich der Unterricht mit dieser tatsächlich vorliegenden sachlichen Schwierigkeit auseinanderzusetzen hat, ohne daß es zu einer die Kräfte des Schülers übersteigenden Schwierigkeit¹⁾ im Anschauen und Denken kommt.

Zur vorurteilslosen Lösung dieser didaktischen Aufgabe gehört ein Hineindenken in die Raumwelt des Schülers, wie wir sie dem Zehn- und Zwölfjährigen eben zutrauen dürfen – immer vorausgesetzt, daß wir nicht etwa mit Zeichnungen und Modellen, sondern mit dem Anblick der Sonnenbahn am wirklichen Himmel begonnen und den Schüler an sie gewöhnt haben. Da es nun nicht angeht, die Raumvorstellungen des Schülers selbst wieder „abzuzeichnen“ (was bei psychischen Gebilden, wie es Vorstellungen sind, nun einmal von vornherein ausgeschlossen ist), so sei es gestattet, zu fingieren, daß ein Schüler selbst, ohne jede Nachhilfe von Seite des Lehrers oder der Zeichnungen seines Lehrbuches, einmal versucht hat, das Bild der Sonnenbahn, wie es sich ihm das erste Schuljahr hindurch allmählich festgelegt hat, zu Papier zu bringen; wir sind darauf gefaßt, daß diese Zeichnungen nur ganz roh ausfallen können. Daher noch lieber: Der Schüler zeichnet mit der Fingerspitze in der Luft eine schraubenähnliche Figur; und ein zweites, drittes, ... zehntes Mal mit immer mehr Sicherheit, vielleicht auch schon auf Feinheiten wie die eingehend, daß die Windungen für den Frühling weiter abstehen als die für den Sommer. Die didaktische Frage lautet dann, ob wir uns schmeicheln dürfen, daß der Schüler auch mit einem so rohen Raumbild das Wesentliche der Forderung verwirklicht hat, die der Lehrplan in den Worten ausspricht: „Gegen Ende des Schuljahres Zusammenfassung der Einzelbeobachtungen zum anschaulichen Bild von der Schraubenbahn der Sonne.“ Wir wagen diese Frage unbedenklich zu bejahen, denn dieses Raumbild ist nur roh, aber in keinem wesentlichen Zuge falsch (natürlich abgesehen von der Ersetzung der 365 Windungen durch weniger, z. B. 12), sondern jeder künftigen Verfeinerung sehr wohl fähig; es braucht in einer für den Schüler noch fernen Zukunft auch nicht verworfen zu werden, wenn er einmal wissen wird, daß diese Schraubenbahn aus der täglichen Rotation der Erde und dem jährlichen Umlauf der Sonne (bzw. der Erde) in der Ekliptik resultiert – ja, daß auch diese Bewegungen ihre Ungleich-

1) Mit dem folgenden dürfte auch die oben (S. 117) geäußerte „Befürchtung“ der Ztschr. f. Sch. Geogr. auf ihr rechtes Maß zurückgeführt sein.

förmigkeiten haben usw. Aber wollen wir es denn etwa für eine didaktische Widernatürlichkeit erklären, wenn vielleicht nach einem ersten, und umsomehr nach dem zweiten und dritten oder dem sechsten und siebenten Schuljahr jenes Raumbild sich immer von neuem verfeinern sollte? — Didaktisch heilsam mag hier nur noch auch der Rat sein, eben nicht an das Anschauungsvermögen aller Schüler die gleichen Ansprüche stellen zu wollen; um mit der Gewährung solcher Freiheit sicher zu gehen, muß sich der Lehrer nur klar gemacht haben, mit welchem Minimum von Feinheit des Raumbildes er immer noch ausreicht. —

Ganz sicher ist dagegen, daß der Unterricht allzu genügsam wäre, wenn er für das erste Schuljahr die Schraubenbahn nur durch die „mittlere Tagesbahn der Sonne“¹⁾ ersetzen wollte. — Man wird doch nicht den Schüler zum Glauben verleiten wollen, daß sich die Sonne ebensogut wie im März und September auch im Dezember und Juni einfach im Himmelsäquator bewege?

1) Solches wurde empfohlen in dem oben (S. 100) angeführten Programm von WILHELM SCHMIDT. Dieser verteidigt es (S. 5ff.), daß in dem österreichischen Lehrplan von 1884 für die erste Klasse „als Grundlage . . die mittlere Tagesbahn der Sonne, die des Äquinoktiums, über unserem Horizonte hingestellt“ ist; „ . . . das Bild dieser Tagesbahn läßt sich zum Teile der Erinnerung der Schüler entnehmen . . . Da ergibt sich, daß die Sonne auf einer bestimmten Seite des Horizontes auf-, an der entgegengesetzten untergeht. Die Vorstellung von dieser Tagesbahn, auf welcher aller weitere Gang des Unterrichtes beruht, wird durch stetige Erneuerung und Anwendung zum festen Besitze.“

Ich brauche nicht nochmals zu sagen, was mir an dem empfohlenen Lehrgang sympathisch ist (verweile auch nicht bei einzelnen speziellen Unrichtigkeiten wie der auf S. 6: „Die Richtung nach dem mittleren Stand um 9 Uhr vormittags ist reines Südost“, was sich auch schon ohne sphärische Trigonometrie durch bloßes Projizieren des Tagesbogens auf den Horizont als geometrisch unmöglich erkennen läßt, auch in Fig. 1 des Verfassers nach dem Augenmaß auffällt). Das grundsätzlich Verfehlte an einer solchen Berufung nur auf die „mittlere Tagesbahn“ liegt aber darin, daß man doch niemals mit einem Mittel klare Vorstellungen verbinden kann, wenn man nicht zum mindesten die Extreme kennt; und diese, nämlich die Ränder des wirklichen Schraubengürtels, liegen ja um nicht weniger als $23\frac{1}{2}^\circ < 2 = 47^\circ$ voneinander ab. Wollte man also „die Vorstellung von dieser Tagesbahn . . . durch stetige Erneuerung“ dem Schüler an Stelle des Anblickes jener von der mittleren Bahn so sehr abweichenden Sonnenstände aufnötigen, so hieße das, ihm Scheuklappen anlegen gegen jedes wirkliche Aufblicken zum Himmel, gegen das Beachten der im Sommer und Winter sehr verschiedenen Längen der Mittagsschatten — überhaupt bliebe da die Verschiedenheit der Tageslänge im Sommer und Winter völlig unerklärt; u. dgl. m.; es hieße, durch solche „vereinfachende“ Methode geradezu zur Wirklichkeitsfremdheit erziehen.

Zu solchen Verkehrtheiten würde das mißverständene didaktische Prinzip führen, daß man um jeden Preis mit dem Einfachsten zu beginnen habe. Freilich ist das Fingieren, das „Unterfahren“¹⁾ der Wirklichkeit durch Begriffe und „Ideen“ nicht nur ein Recht, sondern eine unvermeidliche Pflicht aller theoretischen Naturwissenschaft. Aber die mathematische Geographie hätte den Sinn des für sie tauglichen Mathematischen sehr mißverstanden, wenn sie einen 47° breiten Schraubengürtel durch eine breitlose „mittlere Tagesbahn“ ersetzen zu können glaubte, ohne auch schon den gläubigen Knaben heillose Konfusionen aufzunötigen.

Wir haben hier ein typisches Beispiel dafür, daß der Geographie das Mathematische nur soweit ansteht, als es zugleich ein Astronomisches, also nicht bloß Fiktives, Wirklichkeitsfremdes, ist. Darum noch einige allgemeine Erwägungen zur Frage:

„Mathematische Geographie“ oder „astronomische Geographie“?

Diese Frage wäre wie jeder Streit um bloße Namen und Wörter von ganz untergeordneter Bedeutung – wenn es sich eben nur um einen Namen und nicht um eine vor der Namengebung sicher-gestellte Sache handelte. In der Tat aber stehen in unserem Falle die Dinge so, daß, wie (von S. 33 an) wiederholt zu sagen war, nur zu leicht schon der bloße Name „mathematische Geographie“ den ganzen Schulgegenstand sowohl inhaltlich wie denn umsomehr didaktisch auf eine ganz falsche Bahn schiebt, nämlich auf die einer im üblen Sinne mathematisch-formalistischen und darum für den Schüler reizlosen, ja überhaupt heillos unverständlichen Behandlung. Vom Namen „astronomische Geographie“ dagegen glauben wir uns versprechen zu dürfen, daß ihn sich ein Unterricht überhaupt nicht anzumaßen wagen würde,

1) Vgl. Bd. I, III. Teil (Aus der Erkenntnistheorie) S. 454 über das Verhältnis mathematischer Idealisierungen gegenüber der nie durch reine Begriffe und auch nicht durch idealisierte Anschauungen zu erschöpfenden Wirklichkeit. – Seither hat diese Erkenntnistheorie des Fingierens und Idealisierens eine geradezu allseitig zu nennende Darstellung erfahren in VAHNINGERS „Philosophie des Als-Ob“ (1911), die wesentlich dieselben Denkvorgänge mit überreichem Material und in ebenso scharf- wie tiefsinniger Ausgestaltung behandelt, für deren schärfste theoretische Erfassung und Klärung MEINONG in seinem Buch „Über Annahmen“ (1902, II. Aufl. 1910) die psychologisch-erkenntnistheoretischen Grundlagen geschaffen hatte.

der sich eingestehen müßte, daß er das Astronomische zur Grundlage des Geographischen zu machen überhaupt verabsäumt hat. Dies ist in zusammenfassender Kürze der Grund, warum wir uns für den Namen „astronomische Geographie“¹⁾ entscheiden; u. zw. natürlich nur innerhalb der ganz bescheidenen Kompetenz unserer didaktischen Vorschläge.

Rein wissenschaftlich mag man dagegen den Gegenstand mit was immer für einem Namen bezeichnen, sobald man nur über die Sache selbst einig ist, also die natürlichste Abgrenzung zwischen diesem sog. Mathematischen und dem sog. Physischen der Geographie gemäß den Forderungen einer „natürlichen Einteilung“ vollzogen hat – was denn praktisch nur mehr die Förderer der beiden Zweige der Geographie, des mathematischen und des physischen, untereinander zu vereinbaren haben; wogegen theoretisch, nämlich wissenschaftstheoretisch, schon die Methodenlehre der Logik ihre Kriterien „natürlicher Einteilungen“, namentlich auch beim „Einteilen der Wissenschaften“, als letzten Maßstab geltend zu machen hätte. Bekanntlich sind aber auch gegen solche methodologische Überprüfungen von Wissenschaftseinteilungen die verschiedenen Fachvertreter verschiedener Fächer in sehr verschiedenem Maße empfänglich – man darf wohl sagen: meistens nicht eben dankbar für ein Dreinreden der logischen und erkenntnistheoretischen Methodologie in die Erkenntnispraxis ihres wissenschaftlichen Arbeitens. Kein Wunder also, wenn auch für eine Namengebung im schlichten didaktischen Interesse noch weit hin ist bis zu einem allgemein anerkannten Maßstab dafür, ob man es nicht doch nach allen Kämpfen für die Sache der astronomischen Geographie lieber beim alten Namen „mathematische Geographie“ belassen könnte und sollte.

Als ein dritter Name wurde von EPSTEIN vorgeschlagen „Geonomie“. In seinem ausgezeichneten Buche „Geonomie (mathematische Geographie) gestützt auf Beobachtung und elementare Berechnung“, Wien 1888 (576 S.), sagt EPSTEIN über diese Namengebung in der Vorrede, daß viele Bücher über die mathematische Geographie „in einem Auszuge aus den Lehren der Astronomie“ bestanden haben, und „das ganze Universum bis in die fernsten Regionen der Nebelflecke“ umfassen wollten. – „Ich war aber der Meinung, daß eine mathematische Geographie, wenn sie anders ihrem Namen gerecht werden solle, sich auf die Erde zu beschränken, also nur diejenigen Lehren der Astronomie aufzunehmen habe, auf denen die *astronomische Kenntnis der Erde* beruht. Infolge dieser Abgrenzung des Stoffes enthält das Buch als

1) Die neueste „Prüfungsvorschrift für das Lehramt an Mittelschulen in Österreich“ (Verordnung vom 15. Juni 1911) fordert (S. 17) „sichere Kenntnis der allgemeinen, mathematischen (astronomischen), physikalischen, politischen und historischen Geographie“ usw.

Hauptsache die Gestalt, Größe und Bewegung der Erde und berücksichtigt die Himmelskörper nur insoweit, als sie zur Feststellung der Hauptsache nötig sind oder überhaupt in engerer Beziehung zur Erde stehen. So hört die mathematische Geographie auf, ein Auszug aus der Astronomie zu sein, und wird ein besonderer Zweig derselben, gewissermaßen eine *Astronomie der Erde*, die man von der allgemeinen Astronomie absondern kann. — Als selbständige Disziplin darf sie auch einen selbständigen Namen beanspruchen; denn „mathematische Geographie“ oder, wie man in neuerer Zeit oft sagt, „astronomische Geographie“ ist eigentlich kein Name, sondern nur eine Umschreibung desselben. Ich habe sie deshalb „Geonomie“ genannt und glaube, daß sie durch diesen Namen in kurzer und treffender Weise charakterisiert wird, indem derselbe sowohl ihre Beziehung zur Erde, als auch ihre Verwandtschaft mit der Astronomie deutlich ausdrückt. Sie reiht sich dann auch den anderen die Erde behandelnden Schwesterdisziplinen, der Geographie, Geologie, Geognosie, Geophysik usw. schon äußerlich durch den ähnlich gebildeten Namen passend an.“

An der Spitze des Buches selbst wird definiert:

§ 1. „Die Geonomie ist die Wissenschaft von der *Erde als Weltkörper*. Sie handelt von der Gestalt, Größe und Bewegung derselben, ferner von ihrer *Beziehung zur Sonne und zum Monde*, endlich von den bewegenden Kräften der drei Körper. Ihre Lehren fließen aus der mathematischen Berechnung *astronomischer Beobachtungen*, daher wird sie auch häufig mathematische oder astronomische Geographie genannt und ist *ein Zweig der allgemeinen Astronomie*, während die Geodäsie, die sich nur mit der Gestalt und Größe der Erde beschäftigt, wieder ein Teil der Geonomie ist.“

Von allem Streit um Worte unabhängig ist hier die sachliche Bestimmung, daß das, was EPSTEIN auf dem Titelblatte „Geonomie (mathematische Geographie)“ nennt, „ein Zweig der allgemeinen Astronomie“ sei. Hiernach könnte eigentlich nur mehr darüber gestritten werden, ob man besser „astronomische Geographie“ oder „geographische Astronomie“ sagen würde, welche letztere Möglichkeit aber unseres Wissens zu keinem terminologischen Vorschlag geführt hat. EPSTEINs Gründe für „Geonomie“ sind gewiß gute, aber wirklich eingedrungen in den wissenschaftlichen Sprachgebrauch ist der Name während der 23 Jahre, seit er vorgeschlagen wurde, doch kaum; und daß man ihm seither immerhin manchenmal begegnet, beweist nur, daß jenes schöne Buch unbeschadet seines fremdartigen Titels vielfach zur Kenntnis genommen wurde. Eben darum erscheint es uns, unbeschadet der Abweichung im Namen, als eine wertvolle Unterstützung in der Sache selbst, wenn EPSTEIN an den Stellen, die wir uns oben durch *Kursivdruck* hervorzuheben erlaubten, ganz zweifellos das Astronomische zur Grundlage

und Charakteristik seines Gegenstandes macht; und da wieder der Geonomie mit der Geographie die $\gamma\eta$, die wirkliche Erde (im Gegensatz zu einer selbstgenügsamen bloßen Globuslehre) gemeinsam ist, so darf ERSTEINS Buch ein wertvoller Bundesgenosse, wenn nicht des Wortes, so doch des Begriffes „astronomische Geographie“ genannt werden.

Sind wir einmal in der Sache einig, daß alles, was schon im Anfangsunterrichte „mathematische Geographie“ hieß, nur so weit Leben hat und gibt, als es astronomisch ist (wenn auch in vorläufiger Beschränkung auf die Sonne), so liegt die weitere Frage nahe: Ob man nicht diese „astronomische Geographie“ lieber ganz vom geographischen Unterricht abtrennen und sie dem Physikunterrichte zuweisen sollte? Wir verneinen eine solche Frage, indem wir glauben, daß es beiden Unterrichtszweigen, der Geographie wie der Physik, zukommt, sich in die einschlägigen Stoffe nach wohlervogenen didaktischen Gesichtspunkten redlich zu teilen. Daher noch einiges zur

Überleitung von der Geographie des I. und II. Jahrganges zur Physik (Unterstufe) des III. Jahrganges.

Es ist schon oben (S. 22) berichtet worden über ehemalige Lehrpläne, die dem Physikunterricht der Unterstufe jeden Einfluß auf astronomische Geographie entzogen hatten. Jetzt dagegen, wo die neuen Lehrpläne Ernst machen mit dem astronomischen Charakter schon der ersten Anfangsgründe im geographischen Unterrichte, hören wir aus der Polemik der Ztschr. f. Sch.-G. etwas wie den Rat heraus, es möge sich wenigstens vom III. Jahrgang an der Geographielehrer gar nicht mehr um astronomische Geographie kümmern, sondern alles dem Physiklehrer überlassen. Die beiden letzten Stellen (34) und (35) der oben (S. 109) angeführten Polemik (auf die deshalb noch einmal zurückzukommen gestattet sei) könnten es sogar erscheinen lassen, wie wenn dem Geographielehrer als solchem die astronomische Geographie überhaupt eine unbequeme Sache wäre, die er lieber von sich und seinem Fach ab-, und jemandem anderen, nämlich dem Physiklehrer, zuschiebt. Das wird er auch mit Recht auf der Oberstufe aus den in (36) angegebenen Gründen tun. Aber auch schon beim Übergange von unserer ersten auf unsere zweite Stufe des Unterrichtes der astronomischen Geographie? Müßte denn nicht ein Lehrer der Geographie, der in den ersten zwei Schuljahren

ein gewisses, wenn auch noch so bescheidenes Maß von Kenntnissen aus der astronomischen Geographie seinen Schülern mit mehr oder weniger heißem Bemühen verschafft hat, sich auch noch über das Ende dieses zweiten Jahrganges hinaus dafür interessieren, daß und wie nun der Lehrer der Physik an jene Vorkenntnisse anknüpft und sie stetig weiterbildet? Müßte der Geographielehrer der dritten Klasse sich nicht dafür interessieren, wie sich das, was nun der Physiklehrer den gemeinsamen Schülern an Fortsetzungen des Unterrichtes der astronomischen Geographie vermittelt, auch seinem geographischen Unterrichte der dritten Klasse als solchem einfügt und in ihm neue Wurzeln schlägt? Sollte denn nun plötzlich im dritten Jahr des geographischen Unterrichtes gar kein Bedürfnis mehr sein, auf die Zusammenhänge zwischen Sonnenständen und klimatischen Verhältnissen der nun gerade zu behandelnden Länder hinzuweisen? Ich kann mir das, wiewohl ich nur Lehrer der Physik, nicht der Geographie bin, nicht recht denken; jeder „Hinblick“ (7) „aus einer Szienz in die andere“ sollte ja erwünscht sein. — Wäre es aber anders, dann wäre es freilich auch erklärlich, wenn der Geographielehrer als solcher schon während der ersten zwei Jahrgänge für astronomische Geographie als solche kein rechtes Herz hätte und dieses ganze Kapitel kurz und bequem mit einigen dogmatischen Behauptungen über den Globus statt über die Erde abtäte. So war es ja oft genug früher — hätte es auch jetzt noch so bleiben sollen? Fast scheint dies die Ansicht der Ztschr. f. Sch.-G., wenn man ihre oben mitgeteilte Befürchtung liest, es werde „die sog. astronomische Geographie (8) einen allzu breiten Raum (8) im Unterrichte einnehmen“. Mit welchem Rechte werden aber die unmittelbar darauf angeführten Worte der „Bemerkungen“ zum Lehrplan, die eindringlich „Vereinfachung“ verlangen, mit dem Worte „dagegen“ (9) eingeführt? Es liest sich wie ein allgemeiner Ausdruck einer unfreundlichen Haltung gegen das ungewohnte Neue. — Aber auch diese einstweilen noch gegnerische Stimme gibt zu, daß „die astronomische Geographie für die eigentliche Geographie, d. h. Erdkunde, als Helfer und Erklärer diene“. Hiermit kann also wenigstens rein sachlich von einem rundweg Ausscheiden dieses „Helfers“ aus den beiden ersten Jahrgängen füglich keine Rede mehr sein.

Eine andere Frage ist, inwieweit er dort auch schon „Erklärer“ sein soll. Wir haben schon geraten, sich auch beim Er-

klären so naheliegender Dinge, wie z. B., warum es bei hohem Sonnenstande wärmer ist als bei tiefem, nicht einzulassen auf Vorgriffe in den Lehrstoff der Physik der III. Klasse, sogar wenn sie so durchsichtigen Gesetzen gälten, wie das der Abhängigkeit der Bestrahlung vom Einfallswinkel.¹⁾ Was dann im Verlaufe und mit Abschluß des physikalischen Unterrichtes der Unterstufe zu seinen Bedürfnissen seitens der astronomischen Geographie alles hat beigetragen werden können (Orientierung nicht mehr nur nach den Sonnenständen, sondern nach der Magnetnadel u. dgl. m.), wird rückblickend erst zu Ende des § 9, S. 169 kurz aufgezählt.

Für jetzt aber tragen wir noch etwas die bisher behandelten Sonnenbeobachtungen Angehendes nach, nämlich die Vorrichtungen, die unseren Beobachtungen dienen sollen. Es geschieht erst hier, schon im Vorblick auf den physikalischen Unterricht, weil angenommen werden darf, daß den Schüler alles, was „Apparat“ heißt, schon sozusagen in die Stimmung des Physikunterrichtes einführt, und vor dessen Beginn innerhalb der Unterstufe durch die Schüler der ersten beiden Jahrgänge wie eine unzuträgliche Vorwegnahme empfunden und schwerlich voll verstanden würde. Dies soll aber nicht sagen, daß so ganz kostenlose Vorrichtungen, wie die lotrechte Stricknadel am wagrechten Brett oder der geknickte Karton (Abb. 24) nicht als Ersatz eines Gnomons, auch schon im ersten und zweiten Jahrgange vom Schüler angefertigt und benützt werden sollen. — Nur des sachlichen Zusammenhanges wegen seien dann auch Vorrichtungen wie das²⁾ Gnomon mit Äquatorialsonnen-

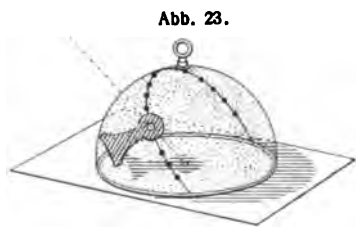
1) Es wird sich in der „Blütenlese“ (Anhang III, S. 393) zeigen, daß sonderbarerweise in vielen offiziellen Darstellungen als Ursache der schwächeren Bestrahlung bei tiefem Einfallswinkel die stärkere Absorption, nicht die Ausbreitung eines Strahlenbüschels von gegebenem Querschnitt über eine größere Fläche in den Vordergrund gestellt zu werden pflegt. — Wo sich in der III. Klasse dieses Einfallswinkelgesetz einfügt, vgl. § 9, S. 161.

2) Der Gnomon oder das Gnomon? KOPPE empfiehlt das Maskulinum. Doch mag vorläufig das Neutrum stehen bleiben, da ich mich seiner bedient hatte in dem als Anhang II wiedergegebenen Programm (S. 365 ff). — So schrieb auch WILHELM MEYER in seinem „Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form“ (Zeitschrift „Himmel und Erde“, I. Jahrg., Berlin 1889, S. 297): „Schon im grauen Altertume bediente man sich zu diesem Zwecke [Beobachtung von Sonnenständen] eines einfachsten und ersten astronomischen Instrumentes, welches man ein Gnomon nannte und das eigentlich aus nichts weiter als einem geraden Stabe besteht, dessen Schatten man beobachtet. Je größer man denselben macht, je genauer werden natürlich die Messungen mit ihm, und aus diesem Grunde nahmen

uhr¹⁾, die erst im Anschluß an den Mathematikunterricht der Mittel- und Oberstufe ihre rechte Verwendung finden, schon hier erwähnt.

Es kann nicht unsere Absicht sein, eine auch nur einigermaßen vollständige Anführung, geschweige Schilderung aller der Vorrichtungen zu geben, die man – fast möchte man sagen von jeher – angewendet hat, um Sonnenstände zu beobachten und daraus mehr oder minder zutreffende Raum- und Zeitbilder zu gewinnen. Jedenfalls hat es **gnomon-** und **sonnenuhrenartige** Vorrichtungen wohl auch schon vor den Zeiten gegeben, aus denen uns – im frühen Altertum – über solche Vorrichtungen und Beobachtungen ausdrücklich berichtet ist oder von denen sich gar archäologische Reste erhalten haben. Ist ja doch das einfachste Gnomon der Mensch selber, der sich um seine Schattenlängen und -richtungen zum mindesten so oft wird ängstlich umgesehen haben, als es z. B. vor erreichtem Reiseziel „wollte Abend werden“. – Ein anderes als jene naiven Beobachtungen zu Zwecken des wirklichen Lebens war und ist dann ihre Verwendung im Unterricht der Himmels-, d. h. einstweilen noch Sonnenstandskunde. Mochten Gnomon und Sonnenuhr dort längst überholt sein durch unsere einwandfreieren Instrumente, so darf doch gewiß die Schule dieses Überspringen der historischen Entwicklung nicht mitmachen, wofern sie noch irgend Hoffnung hegt, dem Unheil der Volksverrohung im Verkehr mit dem sichtbaren Himmel (worüber in § 2, S. 10 geklagt wurde) Einhalt zu tun.

In der Tat wiederholen sich denn auch in zahlreichen, mit den unseren gleich gerichteten Darstellungen einer natur- und sinnge-



manigfaltige Vorschläge, die keineswegs nur immer das Thema von dem lotrechten Stab auf wagrechter Ebene – etwas allgemeiner: das Prinzip des Gnomon und der Sonnenuhr – variieren. Von solchen originellen didaktischen Methoden seien hier nur zwei genannt:

die alten Ägypter ihre Obeliskten dazu in Anspruch. – Um zu zeigen, wie interessante und wichtige Untersuchungen man mit diesem einfachsten Instrument ausführen kann, wollen wir unsererseits ein Denkmal in Berlin zu diesem Zwecke benutzen. Wir nehmen dazu die Siegessäule auf dem Königsplatze.“ Um ihre Abbildung S. 299 gruppiert dann MEYER eine eingehende und lebhafte Schilderung solcher Beobachtungen.

1) In meinem Aufsatz „Ein Gnomon mit Äquatorialsonnenuhr“ (Poskes Ztschr. f. d. physik. u. chem. Unterr., Jahrg. V [1891], S. 1–5) ist die Vorrichtung mit allen konstruktiven Einzelheiten beschrieben, von der in Anhang II (S. 366, 367) nur die Abbildungen wiedergegeben und in Kürze die Verwendungen geschildert werden.

Aus der schon eingangs (S. 33, Anm.) angeführten Abhandlung von BÖTTCHER ist in Abb. 23 nur die keiner weiteren Erläuterung bedürftige „Käseglocke“ wiedergegeben; dieses Prinzip hat, wie zahlreiche Erwähnungen in didaktischen Schriften beweisen, mit Recht allgemeinen Beifall gefunden (ob auch in der Praxis des Schulunterrichtes das Prinzip ebenso häufig in Taten umgesetzt wird, entzieht sich meiner Erfahrung).

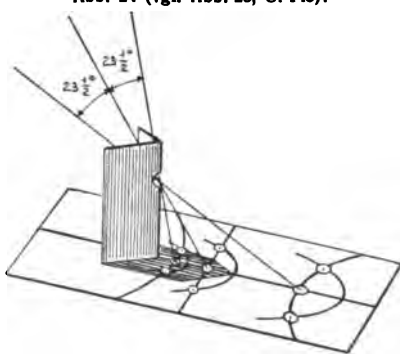
Etwas mehr Zurüstungen verlangt die Methode von EDLER¹⁾, die Tagesbahn der Sonne nachzubilden und festzuhalten durch „Höhenstäbe“, die zu verschiedenen Tageszeiten so um eine weiße Marke auf der Beobachtungsplattform aufgestellt werden, daß die Schatten ihre oberen Enden auf dieselbe Marke des Bodens werfen.

Dann aber die Beobachtungen mit dem Gnomon, die neben allen übrigen Methoden immer die vielseitigste Pflege und Verwendung im Unterricht verdienen und, wo sie bisher noch unterblieben sein sollten, sich hoffentlich recht bald ganz allgemeinen Eingang erringen werden. Denn vor allem gilt hier keinerlei Ausrede vor Schwierigkeiten oder auch nur Unbequemlichkeiten in der Beschaffung der nötigen Beobachtungsmittel. Wiederholt nannten wir als ein solches schon das Fensterkreuz²⁾ des Südzimmers (S. 40, 50) u. a. — Von eigentlichen Vorrichtungen, die sich jeder einzelne Schüler auch für Beobachtungen im Elternhaus herstellen kann und

soll, ist — wie schon in Bd. I S. 105, 106, damals als handgreifliche Anwendung der Begriffe „lotrecht, wagrecht; senkrecht (normal)“ gesagt wurde — noch einfacher als die Stricknadel im Brett, der geknickte Karton mit einem Loch in der Knickkante (Abb. 24). Diese nach geometrischer wie astronomischer Hinsicht gleich dankbare Methode empfahl wieder schon BÖTTCHER 1885 — im vorteilhaften Unter-

schied zu allerlei viel weniger einfachen und doch viel weniger Gutes leistenden Vorrichtungen (z. B. auch zu dem von PICK S. 8, Fig. 6 empfohlenen durchbohrten Scheibchen auf Stativ). — Die Verwendung

Abb. 24 (vgl. Abb. 28, S. 143).



1) EDLER, Aneignung astronomischer Begriffe auf der Schule, Programm, Halle 1901. Vgl. meine ausführliche Anzeige in POSKES Zeitschrift, Jahrg. 15 (1902), S. 45 bis 47.

2) BÖTTCHER (a. a. O. S. 166) empfiehlt: „Am allerhübschesten aber bedient man sich der Fensterscheiben südlicher Zimmer. An einer Scheibe der hohen Bogenfenster unserer Aula war ein undurchsichtiges Blatt fest angelegt, mit kleinem quadratischen Ausschnitt in einer Höhe von 236 cm. Die auf der Diele erschienenen Sonnenbilder und Sonnenläufe, viele Meter weit, sind mittelst eingeschlagener Kuppennägel dauernd festgehalten.“

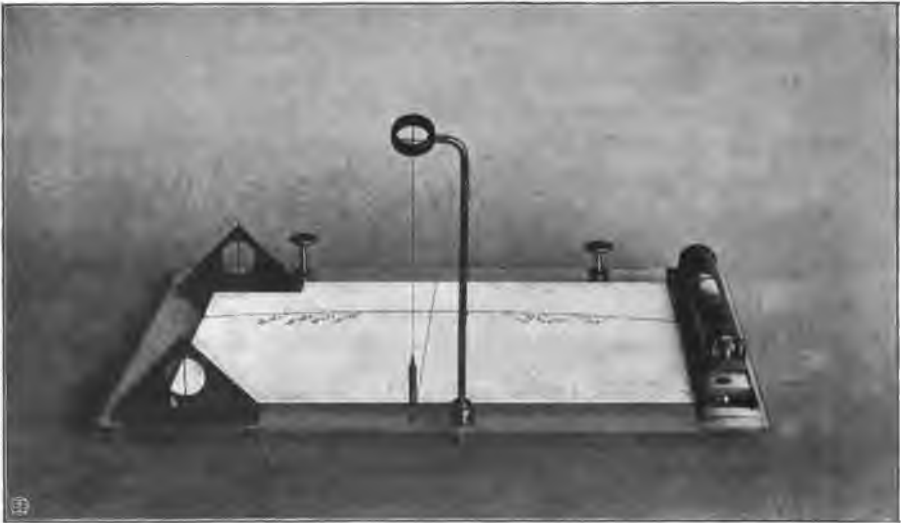
des Kartenständers im Schulhof empfiehlt SEBALD SCHWARZ (s. o. S. 31 Anm.); es sei hier in Abb. 26 das Bild fröhlichen Treibens bei solchen Beobachtungen aus der angeführten Abhandlung wiedergegeben. – Die

Abb. 26.



Abb. 27 ist entnommen aus HOPFMANN, „Mathematische Himmelskunde“ usw. (JMUK 1912, s. o. S. 32), Fig. 2; der Verfasser sagt: „In seiner

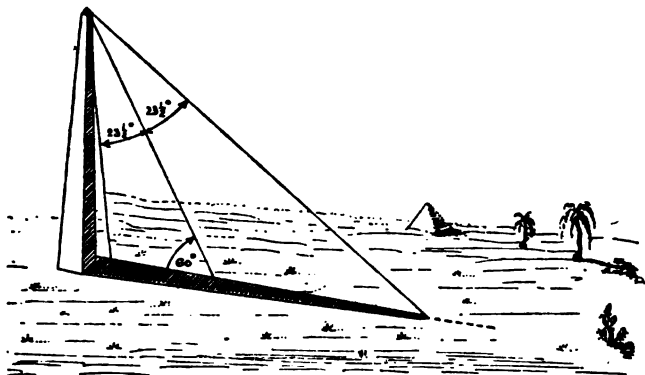
Abb. 27.



Leistungsfähigkeit unterschätzt und meist in Formen dargestellt, die einen rechten nutzbringenden Gebrauch vollständig ausschließen, ist der Gnomon, eine für den Unterricht namentlich der Mittelstufe sehr wertvolle Einrichtung. Die aus Fig. 2 sich ergebende Form ist zu empfehlen.“ [Vgl. in dieser Schrift für jetzt insbesondere S. 17–25: „III. Die Hilfsmittel des Unterrichtes.“]

Nehmen wir aber was immer für eine Form des Gnomon an, selbst den bloßen Stab (einschließlich der Obelisken, Abb. 25) mit dem mehr oder weniger verschwommenen Halbschatten seiner Spitze oder dem jedenfalls besseren „Auge“ mit einer je nach der Leuchtkraft der Sonne

Abb. 25.



kleiner oder größer zu wählenden Öffnung, die dann auf die wagrechte Platte elliptische Sonnenbildchen wirft. – Wer dann jemals solche Beobachtungen selbst und mit seinen Schülern wirklich gemacht hat, muß sehr bedenklich werden, ob denn die Schilderungen solcher Beobachtungen, wie sie sich aus einem Schulbuch in das andere fortpflanzen, nicht buchstäblich nur „auf dem Papier“ stehen. Nicht erst die Tatsache der Zeitgleichung, die sich nun einmal auch schon für die primitivsten Beobachtungen von Mittagsschatten nicht aus der Welt schaffen läßt, – sondern schon die traditionelle Anweisung, man solle z. B. „gegen 10^h vormittags und 2^h nachmittags (bzw. 9^h und 3^h)“ beobachten, wann das Schattenende den nämlichen Kreis passiert, dessen Mittelpunkt der Fußpunkt des Gnomon ist, stimmt nicht zu dem Verfahren, das sich jedem aufdrängt, der beim Markieren der Vor- und der Nachmittagschatten selbst Hand anlegt. Vielmehr ergab sich bei den Arbeiten am Gnomon, wie im Anhang II, S. 365 und 368 abgebildet und geschildert ist, ganz von selbst das folgende Verfahren: Es wurden in der 10^h-Pause mehrere der Sonnenellipsen auf der Mattglasplatte¹⁾ von den Schülern nachgezeichnet. Nachdem so eine Kette möglichst

1) BÖTTCHER (S. 165) sagt: „Die Sonnenbilder den Tag über wurden in den

vieler Ellipsen gewonnen war, bestimmte ein Schüler (oder wenn das nicht mehr zugänglich war, ausnahmsweise der Lehrer) die Mittelpunkte¹⁾ dieser Ellipsen nach dem Augenmaß und zog erst jetzt, also hinterher, durch jeden dieser Punkte einen Kreisbogen und auch seine Fortsetzung für die voraussichtliche Lage der korrespondierenden Nachmittagsbeobachtungen. In der freien Stunde nach dem Essen wurde dann durch den einen oder anderen Freiwilligen wieder die Kette der Sonnenbildchen gezeichnet, durch ihre Mittelpunkte in freiem Zuge das entsprechende Stück der Kurve [Hyperbel – was die Anfänger noch nicht wußten] gelegt und wieder erst hinterher wurden die Schnittpunkte dieser Kurve mit den Kreisen markiert. Natürlich wurden möglichst viele Ellipsen in der Nähe jedes Kreises gezeichnet; aber es wäre keineswegs die natürlichste Aufgabe für das Beobachten und Markieren gewesen, gerade nur den Zeitpunkt abpassen zu wollen, in dem der noch gar nicht sichtbar gemachte Mittelpunkt des Ellipsens den Kreis selbst passiert. – Daher also unser Verdacht, daß, wenn man den Schülern schildert, sie sollen beobachten, an welchem Punkte das Schattenende einen oder einige wenige Kreise vor- und nachmittags erreicht, all das nur ein ausgesonnener Versuch ist, der aber, wenn man an seine Ausführung geht, nur allzubald und allzuoft mit einem „Es geht nicht“ aufgegeben wird. –

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, was für Kurven dann die Schattenenden oder Sonnenbildchen beschreiben: Bekanntlich Hyperbeln, zur Zeit des Äquinoktiums eine Gerade, nämlich die, in der die Ebenen des Himmelsäquators und des Horizonts sich schneiden. Abb. 28 gibt BÖTTCHER 1885 im Zusammenhang mit den Leistungen seiner „Käseglocke“. Abb. 29 ist die Wiedergabe einer jüngst in POSKES Zeitschrift (Jahrg. XXIV [1911] S. 267) veröffentlichten Figur. Auch über die Verwertung all dieser dem Schüler durch die Mutter Sonne selbst dargebotenen und augenötigten Einladungen, sich mit den „Kegel-

Zwischenstunden nachgezeichnet auf einer kräftigen polierten Schieferplatte von 90 cm Länge.“ – Bei der Aufstellung unseres Gnomons mit Äquatorialsonnenuhr wurde, da eine solche Schieferplatte nicht leicht zu beschaffen war, eine Mattglasplatte verwendet, die sich mehrere Jahre hindurch sehr gut bewährte. Als sie durch einen Unfall zersprungen war, ersetzten wir sie durch eine weiße Marmorplatte; dies stellte sich aber nicht als Verbesserung heraus, da bei kräftigem Sonnenschein die Platte zu stark blendete.

1) Natürlich sollten es nicht die Mittelpunkte sein, sondern derjenige näher beim Fußpunkt des Gnomons gelegene Punkt der Ellipse, der der Achse des durch das Auge einfallenden Strahlen-Kreiskegels entspricht. BÖTTCHER gibt für die Ermittlung des Punktes S zwei einfache Formeln und eine nach ihnen konstruierte Schablone an (a. a. O. S. 166). Insoweit es sich aber nur um die Schattenrichtungen, namentlich behufs Festlegung der Meridianlinie, und nicht um die Schattenlängen handelt, darf aber auch der Mittelpunkt der Ellipse benützt werden.

schnitten“ zu befreunden, ist hier didaktisch nichts Neues zu sagen. Das aber darf und muß leider gesagt werden, daß ein Unterricht der Himmelskunde, wie primitiv er sei oder bis zu welchen Höhen — nur eben noch innerhalb der Grenzen eines Mittelschulunterrichtes überhaupt — er sich erheben mag, der dieser einstigen wissenschaftlich-technischen Hilfsmittel als noch immer grundlegender Lehrmittel einfach vergäße, wissenschaftlich wie didaktisch gleich wenig taugen würde. Aber wie oft im ganzen mag der bisherige Unterricht der „mathematischen Geographie“ sich des Gnomons „in der Tat“ bedient haben? —

Abb. 28.

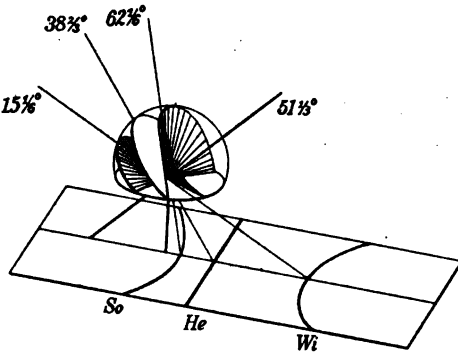
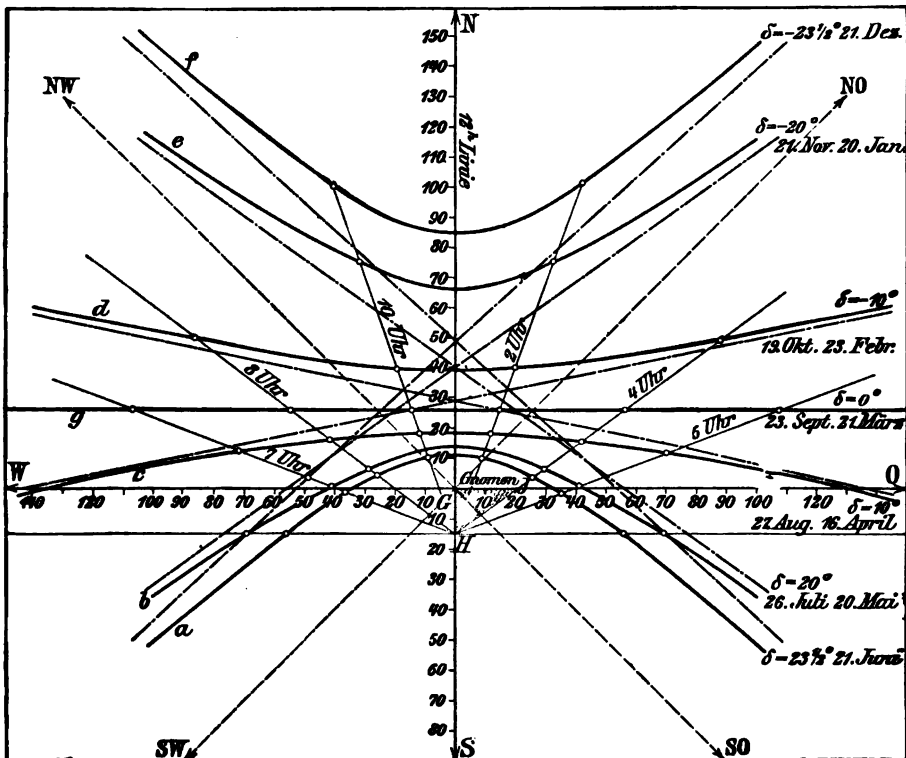


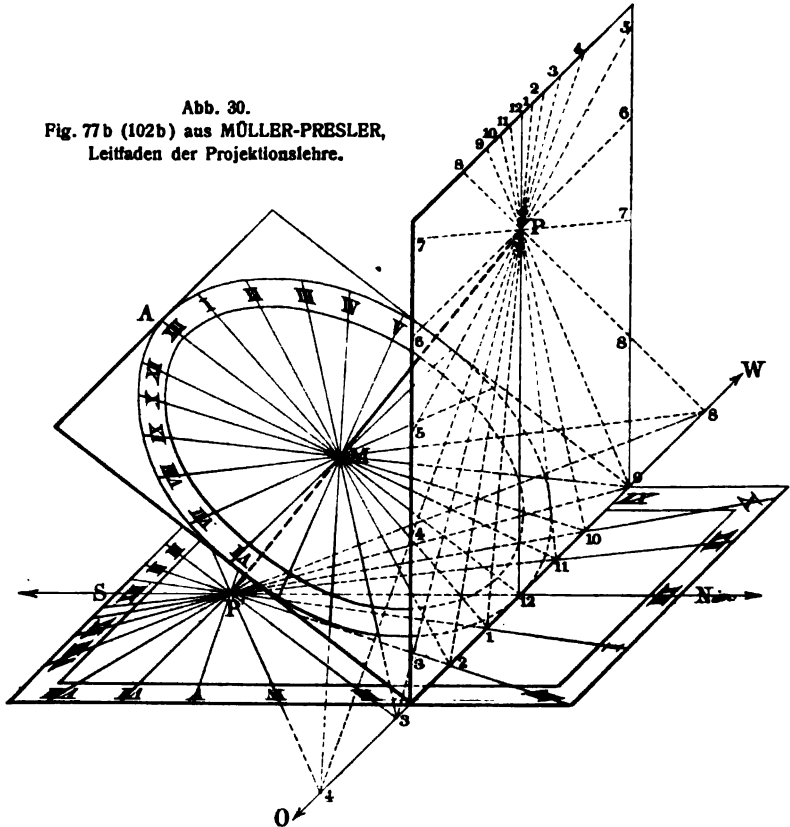
Abb. 29. „Schattenkurven für das mittlere Deutschland“, von GROSSE, Bremen.



Die Länge des Schattens bzw. das Azimut wird von Q aus gemessen.

Fast alles Gesagte wäre sofort auch zu übertragen auf das zweite jener Haupthilfs- und Lehrmittel, die **Sonnenuhr**. Auch hierfür genügt es daher, daran zu erinnern, wie mannigfach die Übungen sind, die sich an die verschiedenen Formen, insbesondere die drei Typen: der Äquatorial-, der Horizontal- und der Vertikalsonnenuhr (letztere wieder im einfachsten Fall an einer gegen Süden gewendeten Ost-West-Wand, dann an einer gegen Osten bzw. Westen, endlich an einer unter einem beliebigen Azimut orientierten Vertikalwand) anknüpfen lassen. Am besten natürlich, wenn der Schüler sich solche Sonnenuhren

Abb. 30.
Fig. 77b (102b) aus MÜLLER-PRESLER,
Leitfaden der Projektionslehre.



selber macht; zum mindesten aber soll er sich angesichts eines der leider immer seltener werdenden Überbleibsel solcher einst kunst- und liebevoll angebrachten Zierden alter Kirchen, Schlösser und Häuser darüber Rechenschaft geben können, ob nicht etwa der schattenwerfende Stab, der in der Weltachse liegen sollte, eine unmögliche andere Lage¹⁾

1) Zwei abschreckende Beispiele völlig falscher Sonnenuhren (am neuen [!] Justizgebäude zu Berlin und am neuen [!] Rathaus zu Dahme in der Mark) teilt mir KOPPE während des Druckes mit.

(vielleicht erst bei ungeschickten Reparaturen bekommen) hat. Es sei behufs solcher Erinnerung die schöne Figur aus MÜLLER-PRESLER, die schon in Bd. I (bei S. 209) abgebildet war, hier in Abb. 30 nochmals wiedergegeben. — Sodann aber auch als Abb. 31 die Fig. 1 aus den

Abb. 31.



Fig. 1 aus REHM „Eine Zwillingssonnenuhr aus Pergamon“.

Mitteilungen 1911“, wo der Philologe A. REHM eine von DÖRPFELD genau vermessene „Zwillingssonnenuhr aus Pergamon“ neben dem archäologisch-kulturhistorischen auch mit einem interessanten mathematischen Kommentar versieht. Es dürfte nicht eben häufig sein, daß die griechische Altertumskunde in so innige Beziehung zur darstellenden Geometrie getreten wäre, wie durch REHM Fig. 2 („Schema einer σκάφη, auf die Meridianebene projiziert“), die (wie SCHÖLKE) nach der Methode der Abb. 53 (S. 259), Abb. 54 und 55 vorgeht; dazu bei REHM die Konstruktionen Abb. 4 und 5. — —

Da wir nun einmal, nachdem wir uns anfangs mit Beobachtungen des Tageshimmels absichtlich ohne Vorrichtungen beholfen hatten, zwei der ältesten und naivsten besprochen haben, so sei es gestattet, sogleich in diesem Zusammenhang, also wieder weit über die Bedürfnisse der ersten zwei Jahrgänge hinausgehend, auch noch einige Worte über andere Vorrichtungen und Beobachtungsmittel zur Himmelskunde sogleich noch hier einzuschalten.

Ebenfalls noch für Sonnenbeobachtungen, wenn auch nach ganz verschiedener Richtung dienend, seien genannt:

1. Der **Sonnenscheinautograph**; im wesentlichen nichts als eine Kugel aus homogenem (schlierenfreiem) optischen Glas, die, wo immer auch die Sonne über dem Horizont steht, als Brennlinsen wirkt. Das Sonnenbild wandert längs eines Papierstreifens, der in der Kugelfläche, die der geometrische Ort aller Brennpunkte ist, angebracht wird und auf dem sich eine Spur der Sonne, solange sie nicht von Wolken verdeckt ist, einbrennt. Dies ihr wissenschaftlicher Zweck in der Meteorologie. Wir beriefen uns (S. 113) aber auf diesen genial einfachen Apparat auch als auf ein Lehrmittel, an dem sich der Gedanke an die Schraubenbahn der Sonne zu einer schwer wegzuleugnenden Anschauung verdichtet. Natürlich könnte er keineswegs zu quantitativen Bestimmungen etwa der Deklinationsänderungen der Sonne binnen je einem Tage dienen. — Wohl aber nimmt Rücksicht auf diese

2. das **Chronodelk** von PALISA (jetzt Vizedirektor der Wiener Sternwarte), das (äußerlich einem Mikroskop einigermaßen ähnlich) aus den mittelbar in Spiegelbildern beobachteten Sonnenhöhen die Lage des Meridians und unter Zuhilfenahme einer Tafel der Zeitgleichung auch den Mittag auf Sekunden genau zu bestimmen erlaubt.

Sehr viel mehr wäre natürlich zu sagen über die wünschenswerten Ausstattungen jeder höheren Lehranstalt mit Beobachtungsfernrohren und vor allem einer wenn auch noch so bescheidenen **Schülersternwarte**¹⁾. Dennoch würde jedes nähere Eingehen auf auch nur so genaue Vorschläge, daß nach ihnen eine Wahl zwischen mehreren Instrumenten, mehreren Formen der Sternwarte (Plattform mit, ohne Kuppel? usw.) getroffen wer-

1) Da im Titel unseres Anh. II (S. 379) ebenfalls von einer „Schülersternwarte“ die Rede ist, so sei, um vor allzu sanguinischen Auffassungen zu warnen, noch folgende Erinnerung aufbewahrt: Eine Anzeige jenes Programms von 1897 begann mit den Worten: „HÖFLER ist in der glücklichen Lage, über eine Schülersternwarte zu verfügen.“ Als ich den Rezensenten bald darauf in unserem Wiener „Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes“ traf, überraschte ich ihn durch die Anrede: „Lieber Herr Kollege, wollen Sie in eine glückliche Lage kommen?“ „Wieso? — Natürlich will ich das.“ „Nun, dann mieten Sie um 288 Kr. jährlich eine Schülersternwarte und

den könnte, die Aufgaben einer bloßen Didaktik schon überschreiten. Und so sei denn nach den im Ganzen ohnedies wenig erfreulichen Erfahrungen schon mit einer kostenlosen Himmelskunde, damit diese an dem wunden „Kostenpunkte“ nicht vollends scheitere, hier das Paradoxon gestattet, daß sich immerhin Himmelskunde in der Schule auch ohne alle Apparate – bis auf die vom Schüler selbst improvisierten (s. o. S. 139ff. und u. S. 149) – treiben läßt. Auf das „Fragt mich nur nicht wie“ hat ohnedies jeder Freund eines solchen Unterrichtes die Antwort bereit. Einstweilen aber gilt es eben noch, sogar in jenen ungünstigsten Fällen, wo es an allen instrumentalen Hilfsmitteln fehlt, die Ausrede abzuschneiden, angesichts eines solchen Nichts an Hilfsmitteln lasse sich auch gar nichts an Himmelskunde vermitteln. Sollte der Grenzfall eines solchen Nichts wirklich noch irgendwo vorkommen (aber jede physikalische Sammlung hat doch zum mindesten zu Zwecken des Optikunterrichtes irgendein Fernrohr) – nun, so müßte es eben der Lehrer wieder mit antiker Astronomie anfangen; keineswegs nur zum Schaden des ganzen Unterrichtes, wie ja schon wiederholt zu sagen war.

Man wird uns aber auch aufs Wort glauben, daß wir keineswegs beschämenden Mängeln an Unterrichtsmitteln gerade nur für Himmelskunde und astronomische Geographie hiemit das Wort geredet haben wollen. Vielmehr darf der Schreiber dieser Zeilen berichten, daß es ihn immer noch in gelinde Wut versetzt, wenn er immer wieder ein neu gebautes Schulhaus – namentlich ein Gymnasium oder eine Realschule – unter Dach bringen sieht, auf dem auch nicht die bescheidenste Plattform für Beobachtungen des Tages- und Nachthimmels Platz gefunden hat. Es wäre wirklich der Mühe wert, einmal offiziell ausrechnen zu lassen, wieviel an Dacharchitektur und Schnörkelwerk von einem Schulgebäude weggelassen werden müßte, damit es eine solche Plattform „trägt“. Es scheint, daß die von Schulmännern einzeln und korporativ erhobene Forderung¹⁾ solcher Plattformen erst dann Verwirklichung findet, wenn sich dieser Idee – der Amtsschimmel (diesmal der nicht von Juristen, sondern von den offiziellen Bautechnikern gerittene) bemächtigt hat.

Sie sind in der glücklichen Lage, ebenfalls über eine zu verfügen.“ Bei mir selbst hatte nämlich das Glück ein jähes Ende gefunden, da das Kuratorium der Theresianischen Akademie außer einem kleinen Zuschuß während des ersten Jahres für die Schülersternwarte kein Geld hatte und ich nicht die Kosten auch für ein zweites und weitere Jahre auf mich nehmen konnte.

1) So im Gesamtbericht der Unterrichtskommission, herausgegeben von GUTZMER (Teubner 1908, S. 246): „Von Wert für den naturwissenschaftlichen

Um aber jener unteren Grenze „Null“ nun auch eine obere gegenüberzustellen (die, wie wir fürchten, nicht nur kaum mehr überschritten, sondern auch nicht sobald allgemein erreicht werden wird), seien hier die Vorschläge von A. RUSCH mitgeteilt, u. zw. in dem Auszug, den F. POSKE in seiner Zeitschrift (Jahrg. XXIV, 1911) gegeben hat:

„Von Apparaten ist an erster Stelle ein Sextant als Universalinstrument für alle astronomischen Messungen erforderlich (bei Heele in Berlin für 80 M). Als Uhr genügt ein guter Regulator, in dem allenfalls ein Rieflersches Pendel (70 M.) eingebaut sein kann . . . Das Schulfernrohr braucht nicht besonders groß zu sein, aber wünschenswert ist, daß es parallaktisch montiert und durch ein Uhrwerk getrieben ist. Es muß mit einem Kreis- und Kreuzmikrometer versehen sein, d. h. Glasplatten mit eingeritzten Kreisen bzw. einem Kreuz, die zu Orts- und Durchmesserbeobachtungen zu dienen haben. Für Spektralbeobachtungen ist ein Spaltspektroskop mit Kollimatorlinse, aber ohne Fernrohr erforderlich. Die Anschaffungskosten der Instrumente, abgesehen vom Gebäude, schlägt der Verf. auf mindestens 4000 M. an (Fernrohr mit Zubehör und parallaktisch regulierter Aufstellung 2500 M., Spektroskop, photographische Kamera, Mikrometer 1000 M., Uhr 150 M., kleinere Fernrohre zu Meßzwecken 200 M., Sextant und ähnliches 150 M.); für den doppelten Betrag würde sich schon etwas Hervorragendes beschaffen lassen. Es ist auch nicht nötig, daß jede Schule eine solche Einrichtung besitzt. In Städten, die mehrere höhere Schulen haben, könnte ganz gut eine gemeinsame Schulsternwarte errichtet werden, die allen Anstalten zur Verfügung steht. Die Verwaltung wäre einem dazu geeigneten Lehrer zu übertragen, der in der nächsten Nähe zu wohnen hätte und für den Zeitverlust durch Entlastung um etwa zwei Wochenstunden zu entschädigen wäre. Der Verwalter hat alle Beobachtungen vorzubereiten und zu leiten, gemeinschaftlich mit den Lehrern, die mit ihren Klassen die Sternwarte aufsuchen. Es sind ohnehin zwei oder mehr Lehrer nötig, sobald eine größere Zahl von Schülern vorhanden ist. Nach Ansicht des Verf. könnten selbst 60 bis 80 Schüler in vier Gruppen von je 15–20 gleichzeitig beschäftigt werden.“ POSKE fügt bei: „Die Vorzüge einer solchen Einrichtung weiß der Verf. in so helles Licht zu setzen, daß man ihnen nur baldige Verwirklichung wünschen kann.“

Bis man aber für die ganze Himmelskunde einer Mittelschule wenigstens soviel an Lehrmitteln „billig“ finden wird, als man für jeden anderen naturwissenschaftlichen Unterricht nachgerade als „recht“ erkannt hat, machen wir für unsere allererste Himmels-

Unterricht sind auch kleine Unterrichtssternwarten, die sich an einzelnen Anstalten finden.“ – Noch entschiedener wird S. 262 „bei Neubauten auch die Anbringung einer Plattform auf dem Dache, die für astronomische Beobachtungen geeignet ist . . .“ gefordert.

kunde nochmals aus der Not eine Tugend. Wir streben nämlich an, daß sich für den nun folgenden III. Jahrgang, den allerersten eines systematischen Aufblickes zum Nachthimmel, die Schüler selbst wenigstens einen **Sextanten** und einen **Theodoliten** durch eigene Handfertigkeit herstellen. Mögen diese noch so roh und unbeholfen ausfallen – was übrigens bei geschickter Benützung der überall käuflichen Papier- oder gar Messingtransporteure nicht einmal so schlimm zu sein braucht –, so gewinnt durch die Benützung eines solchen selbstgefertigten Spiegelsextanten schon die Beobachtung z. B. der täglichen 13° Mondbewegung unvergleichlich mehr Leben und Nachhaltigkeit als durch was immer für einen „Vortrag“ über diese Dinge.

Möchte diese Anregung zur Kenntnis genommen und in die Tat umgesetzt werden von den immer zahlreicher aufblühenden Stätten für den Handfertigungsunterricht; und sie wird diesen vielleicht nicht unwillkommen sein, da es sich ja darum handelt, z. B. Mittelschüler nicht mit bloßen Spielereien (wie viele der Kartonnagearbeiten, geschnitzten Bilderrahmen u. dgl.) zu beschäftigen, sondern die hergestellten Kunstprodukte in möglichst nahe Beziehung zur sonstigen Tätigkeit des Schülers, also auch zu seinen Schulgegenständen Mathematik, Naturkunde usw. zu setzen. Vielleicht finden sich dann auch Vereine zur Förderung der Arbeitsschule, oder aber Verleger, die auf den relativ besten und billigsten Sextanten und Theodoliten Preise aussetzen. – Die Herstellung dieser bescheidenen, aber vielfach anregenden Lehrmittel ginge dann Hand in Hand mit der des Himmelsglobus, auf die wir den Lehrgang beim ersten Bekanntmachen mit dem Fixsternhimmel aufbauen (S. 177 ff.).

Nachtrag vor Schluß des Druckes: Der obigen Anregung folgend veranstaltet der Verlag B. G. Teubner eine

Preisauusschreibung

von vier Preisen zu 40, 30, 20, 10 Mark für die besten Schülerarbeiten solcher Art. (Das Nähere über die Bedingungen und über die Preisrichter sagt beiliegendes Blatt, von dem weitere Exemplare direkt vom Verlag B. G. Teubner, Leipzig, kostenlos zu beziehen sind.)

Zweite Stufe:

**Die astronomische Geographie und Himmelskunde im
Physikunterricht des dritten und vierten Jahrganges.
(Dreizehntes und vierzehntes Lebensjahr.)**

§ 9. Dritter Jahrgang:

**Mond. Fixsternhimmel. Bewegung der Sonne im Tierkreis. –
Zur Eingliederung dieser Stoffe in den übrigen Physikunterricht.**

Durch die drei Schlagwörter, in die sich der astronomische Lehrstoff des III. Jhgs. (vgl. o. S. 27 ff) zusammenfassen läßt, scheint dieser Stoff so straff umgrenzt, daß an didaktischen Erläuterungen kaum etwas hinzuzufügen bleibt. Und da es sich in diesem Buche überall nur um ein solches didaktisches Wie astronomischer Unterweisungen handelt, deren wissenschaftliches Was dem Lehrer natürlich schon bekannt sein muß, so mag es scheinen, als wären diese drei Schlagwörter, aus denen unser Lehrplan für diesen Jahrgang besteht, eines weiteren Kommentars weder fähig noch bedürftig. – Doch all dies scheint eben nur so; und in Wahrheit werden sich vielleicht die nachfolgenden Aufforderungen, es gar sehr anders anzufangen, als es bisher traditionell gewesen zu sein – scheint, nicht einmal viel Hoffnung machen dürfen, daß sie die bisherigen ungesunden Traditionen so schnell brechen.

Wer etwa beim Lesen jener drei Schlagwörter sich sagte: Nun, dieser neue Lehrstoff wird uns nicht viel Zeit kosten, in zwei bis vier Stunden lassen sich ja die betreffenden drei bis sechs Seiten des Lehrbuches¹⁾ leicht absolvieren, kann sich, wenn er eben nicht nur an das „Absolvieren“, sondern an einen wirklichen, bleibenden, fortwirkenden Erfolg des Unterrichtes denkt, sogar diese wenigen Stunden ersparen: Denn nach unserem Maßstab

1) In meiner Unterstufe der Naturlehre (von der hier die reichsdeutsche Ausgabe POSKES nur wenig abweicht) umfaßt der ganze letzte Abschnitt: VIII. „Erscheinungen am gestirnten Himmel und astronomische Geographie“ 28 Seiten. Die Titel der Abschnitte und Paragraphen, aus denen der Aufbau des Ganzen ersichtlich ist, vgl. zu Ende des vorliegenden Paragraphen (S. 158, 159).

eines Wirklichkeitsunterrichtes sind ein nur nach einem Lehrbuch „absolvierter“ Mond, Fixsternhimmel und Tierkreis dem Nichts genau gleichwertig.

Soll dagegen die Absicht des Lehrplans für diesen Jahrgang wirklich voll erreicht werden, so ist erste Vorbedingung, nicht an seinem Wortlaut zu kleben, sondern sich zu sagen, daß sich der Unterricht nicht nach je einem Lehrbuch, nicht einmal nach den Schlagwörtern eines Lehrplans, sondern nur nach einem zu richten hat: dem, was für den Schüler nun nicht mehr bloß am Tages-, sondern auch am Nachthimmel¹⁾ jeweilig wirklich vorgeht. Vielleicht (so war es z. B. während des Spätherbstes 1909, da diese Zeilen zu Papier gebracht wurden) sind es, jenem Wortlaut zum Trotz, zwei oder drei Planeten (damals der seit den Sommermonaten feurig leuchtende Mars, in seiner Nähe der bleiche Saturn und die gegen Ende des Jahres 1909 ihre größte östliche Elongation, anfangs 1910 ihren größten Glanz erreichende Venus als Abendstern), die dem zum Nachthimmel ein erstesmal planmäßig aufblickenden Knaben eher und mehr Interesse abgewinnen als der „vorgeschriebene“ Mond und die Fixsterne.

Also erstes didaktisches Prinzip: Vor allem Anleitung zum Überschauen des ganzen Nachthimmels so oft, zu so verschiedenen Stunden, Tagen und Monaten, als nur irgend möglich.

Zweites Prinzip: Erst allmählich werden nacheinander verschiedene Beobachtungsaufgaben in den jeweiligen Blickpunkt der Aufmerksamkeit gerückt. Und diese Abfolge der Aufgaben in gegenständlich wie psychologisch zweckmäßigster Weise zu treffen, bleibt ein dankbarer, keineswegs allzu leichter Gegenstand didaktischer Überlegung und Planbildung; dies bis herunter zu Einzelfragen, ob man z. B. früher die Phasen des Mondes und dann seine Bewegungen oder aber umgekehrt beobachten und registrieren lassen soll. — Gemäß diesen beiden Prinzipien skizzierte schon V. 1889 den folgenden Lehrgang:

„Mit der III. Klasse erst also würde, wie [S. 23] bereits begründet worden ist, der zusammenhängende Unterricht der astronomischen Geographie beginnen. Ich darf und muß mich mit der Schilderung des Lehrganges von hier an kurz fassen: Er hätte, wie a. a. O. dargelegt, mit der Betrachtung des Fixsternhimmels²⁾ zu beginnen. — Den Mittel-

1) Vgl. die Gründe für eine Beschränkung im I. und II. Jahrgang auf den Taghimmel oben S. 34 ff.

2) Vgl. aber oben S. 34 ff, unten S. 153, 155 ff.

punkt des Unterrichtes bildet dann die Entwicklung einer klaren Vorstellung von der Ekliptik als des Inbegriffes der Örter, welche die Sonne im Laufe eines Jahres am Fixsternhimmel einnimmt. Der Fixsternhimmel eilt der Sonne täglich um 4 Minuten in der Bewegung von Ost über Süd gegen West voraus, die Sonne also bewegt sich täglich zwischen den Fixsternen um fast 4 Minuten von West gegen Ost; in 2 Tagen um 8 Minuten, in 15 Tagen um 60 Minuten, in 1 Monat um 2 Stunden, in 12 Monaten um 24 Stunden = einem Tag, d. h. sie hat in einem Jahre einen vollen Umkreis am Fixsternhimmel im Sinne W-S-O zurückgelegt. Aber dieser Kreis fällt nicht zusammen mit dem Himmelsäquator, sondern er bildet mit ihm einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$. — Nach meinen Erfahrungen fällt es selbst noch Septimanern [U I] schwer, diesen Satz Schritt für Schritt aus den Tatsachen abzuleiten, nämlich durch Zusammensetzung der Bewegung der Sonne in bezug auf die Erde (Schraubenbewegung) und der Bewegung des Fixsternhimmels in bezug auf die Erde. Freilich erklärt sich diese Schwierigkeit nur zu gut daraus, daß nicht selten die jungen Leute in der ersten Astronomiestunde der VIII [O I] überhaupt zum ersten Male hören[,], daß der Fixsternhimmel sich dreht, daß er dazu vier Minuten weniger als einen Sonnentag braucht usw. Kein Wunder, wenn dann die Vorstellungen in der zweiten oder dritten Astronomiestunde noch nicht fest genug „sitzen“, daß mit ihnen so geläufig operiert werden kann, wie es für alle Vorstellungen zusammengesetzter Bewegungen von den Vorstellungen der zusammenzusetzenden Bewegungen verlangt werden muß.

Angesichts der Schwierigkeiten, welche aber die Entwicklung der Vorstellung der Ekliptik immerhin auch unter günstigeren Vorbedingungen hat, wird man gut tun, diese Vorstellung durch ein pädagogisches Mittel vorzubereiten, auf das man, wie es scheint, gegenwärtig sehr mit Unrecht fast immer verzichtet: nämlich vor der jährlichen Bewegung der Sonne zuerst die monatliche des Mondes einige Monate lang von den Schülern beobachten zu lassen. Die wiederholte Verweisung auf den Kalender mag es zuerst den Knaben zur Gewohnheit machen, sich um die Mondphasen zu kümmern; dann um die Stellungen, die der Mond an aufeinanderfolgenden Tagen zur selben Stunde gegen die Erde einnimmt; endlich um seine Bewegungen gegen den Fixsternhimmel, welche alle in der Nähe der Ekliptik im selben Sinne wie die der Sonne, nur mehr als zwölfmal rascher erfolgen. In dieser größeren Geschwindigkeit und in dem Umstande, daß man die hellsten Fixsterne der Ekliptik neben dem Monde noch sehen kann, neben der Sonne nicht, liegen die zwei Gründe für ein Vorausschicken der Mondbewegung im ersten Unterrichte. — Wieder ist natürlich weder das Lunarium, noch die bekannte Zeichnung¹⁾ fast sämtlicher Lehrbücher, welche den Umlauf

1) Sie folgt unten, S. 191, als Abb. 39.

des Mondes um die Erde und seine Phasen darstellt, als ein Ersatz für das Anschauen des wirklichen Mondes gelten zu lassen. Es muß etwas an unserer gegenwärtigen Methode mangelhaft sein, wenn auch Abiturienten zwar recht gut jene Zeichnung an die Tafel malen können, aber auf die Frage, ob sie schon beobachtet haben, in welcher Weltgegend und um welche Tageszeit der Vollmond aufgeht, verlegen schweigen. Sich von so augenfälligen Erscheinungen, wie es die Phasen und Bewegungen des Mondes sind, wirkliche Anschauungen zu erwerben, wäre doch gewiß auch schon von einem Schüler der dritten Klasse nicht mehr zuviel verlangt. —

Während der Monate solcher gelegentlichen Mondbeobachtungen haben die Schüler genug Gelegenheit gehabt, auch die allmähliche Verschiebung des Fixsternhimmels gegen Westen zu beobachten und sich den größeren Teil der Sternbilder des Tierkreises einzuprägen: und hiemit, zusammen mit den Deklinationsänderungen des Sonnenstandes, ist das Material von Anschauungen gegeben, um die Bewegungen der Sonne nicht mehr bloß auf die Erde zu beziehen, wie es in den zwei ersten Schuljahren durch die Vorstellung der Schraubenbahn geschehen war, sondern nunmehr aus und neben dieser ein anschauliches Bild der Bewegungen der Sonne in Beziehung auf den Fixsternhimmel, und erst auf Grund dieses Bildes den Begriff der Ekliptik zu verschaffen.“

Zu diesem Programm — das ich in dem Vortrage von 1889 noch durchaus gegen die damaligen Lehrpläne¹⁾ aufgestellt hatte und dem ich dann in der 1890–1893 zusammen mit meinem teuren Freunde EDUARD MAISS (gestorben 13. September 1900) verfaßten „Naturlehre für die Unterstufe“²⁾ eine schulgemäße Gestalt gegeben habe, soweit eben ein Schulbuch sich in den Dienst einer wirklichen „Natur-Lehre“ stellen kann, — werden noch einige grundsätzliche Ausführungen erwünscht sein, damit all diese Dinge endlich nicht mehr nur auf dem Papier stehen, sondern in und dank dem regelmäßigen Schulunterricht pädagogisch zu leben anfangen.

Vor allem sei also empfohlen, daß man auch jenes Programm nicht insofern allzu wörtlich nehme, als müßte das allererste, worauf man beim Übergang von den bloßen Sonnenbeobachtungen des ersten und zweiten Jahrganges zur Himmelskunde des dritten den Schüler hinlenkt, wirklich gerade der Fixsternhimmel und

1) Wie oben (S. 22ff.) mitgeteilt, war durch die damaligen Lehrpläne (von 1884) dem Unterrichte der Physik auf der Unterstufe aller Anteil an Astro-nomisch-Geographischem geradezu verboten!

2) Wien, Carl Gerolds Sohn, 4. Aufl. 1906 (5. Aufl. in Vorbereitung). Dieser Abschnitt ist fast unverändert in POSKES „Unterstufe“ übergegangen.

eine Zeitlang nur dieser sein. Gewiß, wenn man jetzt den Schüler auch zum Nachthimmel aufzublicken anhält, sind das, was er hier immer zu sehen bekommt, vor allem die ihm zuerst zahllos scheinenden Fixsterne. Aber es hieße die Sache doch recht doktrinär anfangen, wenn man nun in der Schule von Stunde zu Stunde ein paar Sternbilder dem Anblick und den größtenteils fremdartig klingenden Namen nach einzuprägen aufgäbe; dabei etwa mit einer Definition des Begriffes „Fixstern“ beginnend. Da es sicher lockendere Anlässe gibt, den Schüler ohne den Schein eines Schulpensums zum Himmel aufblicken zu machen, so wird eine Didaktik solch allererster Himmelskunde nichts Besseres tun können, als sich auf die einladendsten und eindrucksvollsten Schauspiele am Nachthimmel zu besinnen. Und da dürfte ebenso die unmittelbare Erfahrung eines jeden, der sich auf solche Eindrücke seiner Kindheit auch noch als Schulmeister besinnt, wie die an der Hand der Geschichte und Mythologie¹⁾

1) Es wäre ein überaus dankbares und ist für diese Didaktik nur eben ein viel zu weitschichtiges Thema, wenn wir hier ganz systematisch an der Hand der Mythologie die naturgemäße Parallele herstellen wollten zwischen den allerersten astronomischen Bedürfnissen und Kenntnissen während der Kindheit des Menschengeschlechtes und des einzelnen Menschenkindes auch noch unserer Tage: das in der Pädagogik oft angeregte Thema von Phylogenese und Ontogenese. — Es sei darum hier nur ganz kurz andeutend als eine Fundgrube solcher Beziehungen jedem Lehrer das schöne Buch von TROELS-LUND, „Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten“ (1908, 270 Seiten) bestens empfohlen. Aus ihm hier zunächst die Eingangsworte, die eine Parallele abgeben können zur ganz neuen Stimmung, wenn wir nun erst zu Beginn des dritten Jahrganges unsere angehenden Astronomen vom Taghimmel hinausführen unter den Nachthimmel und dadurch allein schon eine Art feierlicher Stimmung vorbereiten. TROELS-LUND sagt (S. 11):

„Von den beiden Gegensätzen, Licht und Dunkel, muß das Dunkel früher und stärker auf den menschlichen Sinn Eindruck gemacht haben. Das wiederholt sich noch heutzutage. Während das Tageslicht jedem Kinde als etwas Natürliches vorkommt, worüber es sich keine Rechenschaft gibt, wird es von einem gewissen frühen Zeitpunkte an mit Schrecken erfüllt vor dem Dunkel, vor diesem Schwarzen, Fürchterlichen, das es beklemmt, worin es zu vergehen fürchtet. Blicken wir auf die niedrigsten Naturvölker der Gegenwart, so zeigt sich dasselbe. Ihr erster Begriff von etwas Weitreichendem, das stärker ist als der Mensch, ihre erste Religion äußert sich in der Angst vor dem Dunkel. Um diesen Kern sammeln sich andere Formen der Furcht, die Furcht vor denen, die fortgegangen sind, den Toten, die Furcht vor dem Alleinsein, die Furcht vor wilden Tieren und Unwetter. All dies verwächst zu der Vorstellung von etwas Mächtigerem, Bösem und Böswilligem, das schadenfroh den Menschen verfolgt, an das sie glauben, vor dem sie sich fürchten . . .“

Was ferner im besonderen den Mond und sein Voranstellen im ersten Unterricht betrifft, lesen wir bei TROELS-LUND (S. 14): „Obgleich der Tag die

bis auf die Kindheitserfahrungen der ganzen Menschheit zurückgehende Erwägung und Abwägung, kaum eine andere Wahl lassen, als zuallererst den Mond in den Blickpunkt des dem Himmel zugewendeten Schauens und Aufmerkens und dann denkenden Verarbeitens seitens unserer Dreizehnjährigen zu rücken.

Darum auch schon in der Abfolge des Titels dieses § 9 der Mond an erster Stelle, noch vor den Fixsternen. Daß und wie aber dann das durch den Mond zum Anblick des nächtlichen Himmels angelockte Auge ganz von selbst auch das Gewimmel der Sterne in seinem „Fix“- und doch wieder „Bewegtsein“¹⁾ zu

erste Einheit war, mit welcher man rechnete, konnte es doch auf die Dauer einem aufmerksamen Blick nicht entgehen, daß der Mond in regelmäßigen Zwischenräumen bald ganz leuchtend, bald ganz dunkel war. Das paßte sehr wohl in die ursprüngliche Einteilung, indem zwischen Vollmond und Neumond ungefähr 15 Tage, d. h. drei kleine Wochen liegen, und ungefähr 30 Tage (eigentlich $29\frac{1}{2}$ Tage) zwischen zwei Vollmonden. Ein Monat von 30 Tagen wurde so für die meisten Völker die nächst höhere Einteilungsform, die gut paßte, wenn man die Woche zu fünf oder zu zehn Tagen berechnete. Ein Monat hatte entweder sechs kleine oder drei große Wochen. Diejenigen, welche nach kleinen Wochen rechneten, hatten wie gesagt den Vorteil, daß alle drei Wochen ein Merktag war: Vollmond oder Neumond. Mehr als diese zwei Feste gibt der Mond nicht Anlaß zu feiern. Es ist die falsche Ansicht einer weit späteren Zeit, daß ein Naturvolk darauf hätte verfallen können, die 15 Tage weiter in zwei Wochen zu je sieben Tagen zu spalten. Der Schluß des ersten Viertels bietet ebensowenig wie der Beginn des letzten einen Anhaltspunkt für die Zeiteilung. Die siebentägige Woche stammt, wie wir später sehen werden, nicht vom Mondwechsel“ [sondern von den Planeten].

Daß gerade im mythologischen Fühlen und Denken der Mond eine viel ausschlaggebendere Rolle gespielt haben dürfte als selbst die Sonne, bezeugt mehr und mehr die neueste Mythenforschung. So hat LEOPOLD v. SCHROEDER in seiner Abhandlung „Die Wurzeln der Sage vom heiligen Gral“ (kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien 1910) und in anschließenden Schriften im Mond den ersten Ursprung des – Gralgefäßes entdeckt. – Nach Dr. WOLFGANG SCHULTZ weisen schlechthin alle Mythen letztlich auf den Mond zurück („Die Anschauung vom Monde und seinen Gestalten in Mythos und Kunst der Völker“, Archenholds Ztschr. „Das Weltall“, Jahrg. 22, 1912, Heft 12–14).

Sollte angesichts solcher Beziehungen, wenn heute auch für die gebildeten Erwachsenen ein lebendiger Anteil an den Himmelserscheinungen überhaupt nicht mehr wiederzubeleben sein könnte (vgl. BURCKHARDTS Resignation, oben S. 10), nicht wenigstens in unseren Kindern noch etwas von dem phantasiebeflügelten Interesse vor allem für den Mond wachzuerhalten sein? Nicht einmal erst des Weckens von Interesse für den Nachthimmel bedarf es beim unverbildeten Kind – sondern nur eben des Nichtertötens eines latenten Interesses, das ja mit der sich immer erneuernden Menschheit wohl ebenso lang leben wird wie sie selbst.

1) Es war (1880) einer der stärksten Impulse, mir die gründliche Reform der „Himmelskunde“ unserer Höher- und Höchstgebildeten zu einem didaktischen Ziel fürs Leben zu setzen, als mich ein schon damals hochgestellter

erfassen sich eingeladen sehen soll, wird eine zweite Aufgabe für den didaktischen Plan des Lehrers bilden. Und die dritte, weit- aus schwierigste endlich das Beziehen der Sonne auf diesen Fixsternhimmel, d. h. die Bewegung der Sonne längs des „Tier- kreises“ (der Ekliptik): dies schon darum so schwierig, weil ja der Anblick der Sonne den der Sterne ausschließt und um- gekehrt — also eine gefestigte Raumphantasie benötigt wird.

Nach dem hier angedeuteten Programm wird also die didak- tische Kunst gerade darin bestehen, das, was im Titel dieses § 9 und was in jeder gedruckten Darstellung notwendig immer aus- einanderfallen muß, dem Schüler doch durch die Beobachtungen wieder eines ganzen Jahres¹⁾ und durch unermüdliche Verar- beitung des jeweilig Gesehenen in den Schulstunden, durch Neu- gierigmachen auf demnächst neu sich darbietende Anblicke, und was sonst an pädagogischen Kunstgriffen dem Lehrer einfallen mag, zu einem allmählich sich immer mehr bereichernden und festigenden Gesamtbilde dessen, was es am Himmel bei Tag und bei Nacht mit leiblichem und geistigem Auge zu sehen gibt, verdichten zu lassen. Ein solches relativ geschlossenes Gesamt- bild aber alles dessen, „was es am Himmel zu sehen gibt“, muß der Schüler am Ende des dritten Jahrganges sein eigen nennen, wenn er im darauffolgenden vierten — und nicht früher — end- lich vom geozentrischen zum heliozentrischen Stand- und Gesichtspunkt weitergeführt werden soll.

Unter diesem ausdrücklichen Vorbehalt also, das, was in den drei folgenden Paragraphen als drei scheinbar getrennte Aufgaben behandelt wird, in Wirklichkeit nicht zu trennen (unbeschadet des wohlverstandenen „*Non nisi unum uno tempore*“ nach COMENIUS), mögen zu jedem der drei Gegenstände noch einzelne Ratschläge folgen. — Zuvor aber noch zwei allgemeinere Angelegenheiten: sie betreffen I. das Lehrbuch und II. den übrigen Physik- unterricht der Unterstufe.

Schulbeamter, der mir seither noch immer inniger befreundet wurde, folgen- dermaßen erschreckte: Wir standen unter einem wundervollen Nachthimmel, bewunderten die Sternbilder und ich sagte von einem im Zenit stehenden, es bewege sich „dorthin“ (gegen Westen). Mein Freund erstaunt: „Es bewegt sich? Das sind ja doch Fixsterne!“ ...

1) Wie sich solche Beobachtungen von Jahr zu Jahr neu gestalten, be- legen als bloße schwache Proben die als Anh. II abgedruckten Programme „Welche Himmelserscheinungen während der Jahre 1889/90 — bzw. 1896/97 beobachtet worden sind.“ (S. u. S. 365 ff.)

I. Das Lehrbuch als Gefahr und als Stütze einer ersten Himmelskunde.

Daß das bloße Lernenlassen eines Lehrtextes von den Aufgaben einer „Himmelskunde“ womöglich noch weiter entfernt ist, als von was immer für einem anderen naturwissenschaftlichen Gegenstande, braucht nicht noch eigens gesagt und begründet zu werden. Schon das bloße Vorhandensein einer papierenen Darstellung im Lehrbuche neben dem frischen Worte des Lehrers in der Schule, und noch viel lieber seiner nach aufwärts weisenden Hand unter dem gestirnten Himmel selbst, bedeutet eine Gefahr für das wirkliche Gedeihen dieses Unterrichtes. Es braucht aber nach dieser Richtung nicht noch Allgemeines hinzugefügt zu werden zu den aus dem vorliegenden Bande wohl allenthalben von selbst sich ergebenden Ablehnungen eines allzu genügsamen „Vorgehens nach dem Lehrbuche“. Vielmehr bedarf es heute, wo z. B. der Physikunterricht vom Schulversuch zum Schülerversuch¹⁾ vorgedrungen ist, eher der Warnung, nicht etwa mit dem Vorführen der grundlegenden Anschauungen, die sich am besten unter der tätigen Hand und dem schauenden Auge des Schülers selbst nach und nach einstellen, auch schon das Ganze eines solchen Unterrichtes für erschöpft und abgeschlossen zu halten. Und so darf auch in unserem besonderen Gegenstande, der Himmelskunde, und zwar nicht erst auf der Ober-, sondern in seiner Art auch schon auf der Unterstufe, der Schüler schließlich ein Ganzes erwarten, das, wie es in sich wohlgegliedert ist, auch ihn einen geraden Weg von den Ausgangspunkten bis an das Ziel schließlich erkennen läßt. Freilich erst „schließlich“; er kann ja auch hier das Ziel erst als solches voll verstehen, wenn er es erreicht hat. Nur der Lehrer und der Lehrbuchverfasser müssen das Ziel schon vor dem Wege kennen, damit, wenn dieser gelegentlich des mündlichen Verkehres mit dem Schüler und vor allem mit den nicht nach Schulrücksichten sich einstellenden Erscheinungen am gestirnten Himmel selbst zu einem mannigfach verschlungenen Zickzackwege geworden ist, sich durch ihn der Schüler nicht etwa in die Irre geführt oder auch noch am Ende sich in Verwirrung belassen sehe.

Nachdem also wiederholt dazu geraten wurde, sich im mündlichen Unterrichte anfangs so wenig als möglich an eine durch

1) Vgl. auch u. S. 233, Anm. 1.

Lehrpläne oder Lehrbücher vorgeschriebene Marschroute zu halten, sondern immer wieder neu an das jeweilig am Himmel zu Beobachtende anzuknüpfen und somit zunächst scheinbar plan- und regellos vorzugehen, bleibt es doch eine Pflicht und eine vielleicht nicht undankbare Aufgabe einer Didaktik dieser Erscheinungen, nun dennoch einen festgegliederten Plan dafür, wie sich die „Erscheinungen am gestirnten Himmel und astronomische Geographie“ innerhalb der Unterstufe des physikalischen Unterrichtes schließlich in einen logisch begründeten Aufbau ein- und zusammenfügen, hier wenigstens in Schlagworten mitzuteilen.

Wir tun es, indem wir zunächst einfach die Titel der Abschnitte und Paragraphen aus dem den angeführten Titel führenden letzten Teil VIII unserer „Unterstufe der Naturlehre“ hier mitteilen — worauf dann nur noch wenige didaktische Bemerkungen über zweckmäßige Abweichungen des mündlichen Unterrichtes von der gedruckten Reihenfolge hinzuzufügen sein werden.

VIII. Erscheinungen am gestirnten Himmel und astronomische Geographie.

175. Himmelsgewölbe. Zenit, Horizont, Hauptrichtungen.

A. Beschreibung der Bewegungen von Sonne, Fixsternen und Mond in bezug auf die Erde.

176. Beobachtung der Bewegung der Sonne von einem Standpunkt unter 50° nördlicher Breite. a) Am 21. März und am 23. September. b) An allen anderen Tagen des Jahres.
177. Beobachtung der Bewegungen des Fixsternhimmels von einem Standpunkt unter 50° nördlicher Breite.
178. Beobachtungen des Mondes. a) Die Mondphasen. b) Die Bewegungen des Mondes am Fixsternhimmel.
179. Die jährliche Bewegung der Sonne im Tierkreise.
180. Beobachtungen des gestirnten Himmels von verschiedenen Punkten der Erde aus.

B. Erklärung der Himmelererscheinungen aus der Gestalt und aus den Bewegungen der Erde.

181. Die Kugelgestalt und die Größe der Erde.
182. Das Gradnetz der Erdoberfläche.
183. Die Jahres- und Tageszeiten an verschiedenen Orten der Erde.

Das heliozentrische System des Koppernitus:

184. Die Erde dreht sich in einem (Stern-)Tag um ihre Achse.

185. Die Erde läuft in einem Jahre um die Sonne.

186. Die Jahres- und Tageszeiten erklären sich auch nach dem System des Koppernitus.

187. Erklärung der Bewegungen und Phasen des Mondes.

188. Planeten.

Schon mehrere dieser Titel¹⁾ lassen erkennen, daß und wie wir uns dieses Stück erster Himmelskunde im dritten und vierten Schuljahre innerhalb des Physikunterrichtes durch unmittelbare Anknüpfung an den Unterricht der zwei vorausgehenden Schuljahre des Geographieunterrichtes, das dort Erlernte aber wiederholend, zusammenfassend, erweiternd und vertiefend denken.

Dabei werden die hier an der Spitze der Abschnitte A und B stehenden Worte A. Beschreibung B. Erklärung sofort die Hauptabsicht der ganzen Gliederung erkennen lassen, das „Beschreiben“ und „Erklären“ deutlich auseinanderzuhalten. Aber auch dieser Unterschied soll und kann dem Schüler erst zu Ende ganz „erklärt“ werden, wenn er die Erklärungen aus dem koppernikanischen System ganz verstanden hat; nur soll es, während er diesen Weg von der Beschreibung zur Erklärung geführt wird, auch schon im logisch noch nicht anspruchsvollen Schüler nie zu dem dumpfen Gefühl kommen, daß man ihm die „Erklärung“ einer Erscheinung an den Kopf werfe, wenn die „Beschreibung“, d. h. das unmittelbare Kennenlernen aus der Anschauung von Wirklichkeiten und das Festhalten in anschaulichen Erinnerungen und klaren Begriffen, an ihm versäumt worden war.

Auf eine nähere Schilderung dessen, was wir oben die Zickzackwege des mündlichen Unterrichtes im Gegensatze zum gerad-

1) Deutlicher noch als die bloßen Titel würden die Lehrtexte selbst, von denen wir unten einige knappe Proben geben, erkennen lassen, daß z. B. § 176 nichts sein will als eine Wiederholung des Lehrstoffes der astronomischen Geographie aus dem ersten und zweiten Jahrgang. Sehr wohl könnte daher nicht nur diesen, sondern auch den § 176 (später erst § 175, s. u. S. 160) und dann wieder §§ 180, 181, 182, 183 der Geographielehrer der dritten Klasse Hand in Hand mit dem Physiklehrer durcharbeiten. Aber gehört ein solches Handinhandgehen je zweier „Fachlehrer“ derselben einen Schulklasse schon (oder noch?) zum Stil unserer „höheren“ Schulen? Ist es doch als eine der größten Errungenschaften der neuen Geographielehrpläne in Österreich 1908/09 gepriesen worden, daß der eine Lehrer der Geographie und Geschichte dem einen Schüler zwei Noten ins Zeugnis schreiben darf – je eine aus Geschichte und eine aus Geographie. ... Wir kommen auf die mehreren Lehrer des einen Schülers im Bd. X § 1 zurück.

österreichische Lehrplan für die Gymnasien (leider nicht auch für die Realgymnasien, s. o. S. 27, 284 Anm.) dem dritten Jahrgange folgende Abschnitte in der Reihenfolge zuweist: Wärmelehre, Magnetik und Elektrik, Schall und Licht. Diese Reihenfolge hat speziell für den astronomischen Unterricht den Vorteil, daß sogleich die Wärmelehre Gelegenheit gibt, das über die verschiedene Erwärmung je nach dem Einfallswinkel der Strahlen schon im ersten Jahrgang vorläufig Behandelte nun durch das Einfallswinkelgesetz (vor dessen verfrühter Erklärung wir S. 137 warnten) erst wirklich zu vertiefen; dazu auf Grund der Verschiedenheit spezifischer Wärmen die Erklärung des Land- und Seeklimas u. dgl.¹⁾ – Dann die **Magnetik**: Orientierung mittels der Nadel statt nur nach der Sonne, alsbald auch die nach den Sternen (hierbei: die sehr nötige Klärung mancher Gedankenlosigkeiten, wie wenn einem im Wald Verirrten der Kompaß von selber den Weg wiese). – Dann die natürlich sich nur auf die einfachsten Mitteilungen beschränkenden Erklärungen aus der **Lehre vom Licht**: die Finsternisse, später der Begriff des Seh winkels (und erst hiermit z. B. auch die Erläuterung jener Abb. 32, S. 160) und das Fernrohr; einige Blicke durch dieses z. B. auf die Mondkrater²⁾ belohnen den Fleiß des kleinen Astronomen für sein erstes Jahr Himmelskunde.

Österreich seit 1849 eingelegt ist, so mögen die nachfolgenden speziellen Vorschläge zu einer ersten Himmelskunde, indem sie unverkennbar nach einer Anlehnung an eine erste Physik verlangen, auch ihrerseits mithelfen, um die Unterstufe des Physikunterrichtes in einem Teil der reichsdeutschen Schulen noch weiter herabzuschieben. In den vorliegenden Handbüchern ist dies schon wiederholt und aus verschiedenen Gründen verlangt worden; z. B. von LANDSBERG in Bd. VII (Botanik). Allgemein und in größerem Zusammenhang wird es zu begründen sein im (letzten) Bd. X dieser Didaktischen Handbücher für den realistischen Unterricht.

1) Jedenfalls nicht früher als nach einem ersten Verständnis für die Verhältnisse von Ein- und Ausstrahlung – was auch in einem allerersten Unterricht der Wärmelehre (bei Dreizehnjährigen!) immer noch mit größter Vorsicht und Zurückhaltung anzufassen ist – kann der Schüler aufmerksam gemacht werden auf die Tatsache und die Gründe des Zurückliegens der wirklichen (meteorologischen) Jahreszeiten hinter den (theoretisch-) astronomischen. Das allererste wird natürlich hier wieder bloßes Fragen sein – lieber des Schülers selbst als des Lehrers: Warum ist der 21. Juni als Tag des höchsten Sonnenstandes nicht Mitte Sommer – warum haben ihn die Astronomen zum Sommeranfang gemacht? Und ähnlich bei den anderen „astronomischen Haupt- und Festtagen“ (23./IX., 21./XII., 21./III.); vgl. S. 66.

2) Hier sogleich einige den Mond betreffende Proben aus GNAU: „Der Mond ist der erste Himmelskörper, über dessen physikalische Beschaffen-

Indem wir also solche Verzahnungen im Interesse des astronomischen wie des sonstigen physikalischen Unterrichtes auch schon der Unterstufe auf das lebhafteste empfehlen (— wie sehr insbesondere das kopernikanische System auf ein erstes Verständnis der Relativität aller Bewegungen angewiesen ist, wird noch besonders zu besprechen sein, S. 207ff.) — wird die folgende, wieder nur einige wenige astronomische Dinge (Mond, Fixsterne, Tierkreis) für sich behandelnde Darstellung nicht mehr den Schein erwecken, daß sie außerhalb des übrigen physikalischen Unterrichtes stehen, in welchem Falle sie dann freilich nur wie eine willkürliche Zugabe zu ihm und somit als eine bloße Mehrbelastung des Schülers empfunden wurden und würden.

§ 10. Erste Beobachtungen des Mondes.

Was die schon oben (S. 151) angedeutete Frage betrifft, ob es zweckmäßiger sei, den Schüler zuerst auf die Phasen des Mondes aufmerksam zu machen oder aber auf seine Bewegungen, d. h. seine von Tag zu Tag sich ändernden Stellungen zu den Fixsternen, so beantwortet sich diese Frage von selbst zuungunsten der zweiten Möglichkeit¹⁾, falls wir eben mit den Beobachtungen

heit das Fernrohr dem Schüler Fragen erweckt, die auch jetzt bereits innerhalb der optischen Zulässigkeit beantwortet werden dürfen. So mag man also den Genuß, den Mond in seiner Frühphase durchs Fernrohr zu betrachten und zu studieren, dem Schüler nicht länger vorenthalten. Der Erdschein läßt uns bei der Gelegenheit fragen, über welchem Orte der Erde der Mond gerade stehen mag.“ . .

„Von den Erscheinungsformen des Mondes verlautet im Leben wie in der Lektüre, in der Sage und im Volksglauben auch für die Jugend bereits so viel, daß der Unterricht schon auf dieser Stufe Veranlassung hat, darauf Bezug zu nehmen. Aus den bisherigen Unterweisungen ist die Aufeinanderfolge jener Erscheinungsformen so weit klar, daß der Schüler sie selbsttätig beobachten und Weg und Phasenwechsel des Gestirns durch Zeichnung skizzieren kann. Dem Unterricht bleibt es vorbehalten, die Vorgänge systematisch einer auf dem Erdglobus begonnenen Betrachtung zu unterwerfen. Es ist zweckmäßig, wie s. Z. in Quinta, die Beobachtungen bei Neulicht zu beginnen, und an den nächsten Tagen möglichst allabendlich wiederholen zu lassen, indem mit dem Zenithzeiger auf dem Himmelsglobus und zugleich auf dem Erdglobus Mond- und Sonnenstellung markiert werden. So konstruiert sich die Mondbahn mit ihren nach Deklination und Rektaszension unterschiedenen Örtern, es veranschaulicht sich der Wechsel der Phasen, und indem man auf die Sterne merkt, auch das monatliche Fortschreiten dieser Phasen. Besonders beachtete Ereignisse sind dabei bereits die Sternbedeckungen“ usw.

1) Entgegengesetzter Ansicht war JOS. AD. PICK (s. o. S. 4, 70). In der Anzeige (Ztschr. f. d. öst. Gynn.) der ersten Auflage seines sonst vortrefflichen Büchleins hatte ich gesagt: „Fallen nicht jedem die Phasen des Mondes

des Mondes früher beginnen als mit den einigermaßen ins Einzelne gehenden des Fixsternhimmels. Es bedarf nicht erst etwa einer Statistik mittels experimenteller Pädagogik, was einem mehrere Tage nacheinander immer wieder zum Mond aufblickenden Kinde oder sonstig Naiven eher und stärker auffällt: daß er seine Lichtgestalt ändert, z. B. aus einer schmalen eine immer breitere Sichel wird, und dann etwa zwei Wochen nach diesem „Zunehmen“ bis zur vollen Scheibe des Vollmondes ebenso allmählich wieder „abnimmt“ – oder aber: daß er diese verschiedenen Lichtgestalten zur selben Abendzeit überhaupt an verschiedenen Stellen des Himmels aufweist, geschweige längs welcher Bahn zwischen den Fixsternen er sich hierbei bewegt. Was meint wohl das Lied vom „wechselnden Mond“ mehr – diese „Stellungen“ oder jene „Lichtgestalten“?

(§ 55 ff.) früher auf, als die tägliche Bewegung gegen Ost um 13° (§ 48)? Und ließe sich weiters diese letztere Erscheinung nicht auffallender als durch die Beobachtung, daß der Mond täglich neben anderen Fixsternen und neben welchen er steht (die nächststehenden verbleichen ja größtenteils dem ungeschulten und unbewaffneten Auge gegenüber dem Glanz des Mondlichtes), an die Erfahrung anknüpfen, daß, wenn ich z. B. heute den Vollmond während eines Abendspazierganges habe aufgehen, oder die schmale Mondsichel habe untergehen sehen, ich morgen auf das ähnliche Schauspiel etwa eine Stunde länger warten muß? Was diese Beobachtungen der Zeit des Auf- und Untergehens an Genauigkeit zu wünschen übrig lassen, läßt sich ja, wenn nur erst einmal das Interesse geweckt ist, leicht durch die genaue Bestimmung der täglich um 50 Minuten verspäteten Kulmination ersetzen. – Ebenso hätte dann eine genauere Bestimmung zuerst die Dauer des synodischen Monates (§ 66) festzustellen, auf den schon der Kalender mit seinen Zeichen für die Mondphasen aufmerksam macht; und daß der siderische (§ 52) um $2\frac{1}{2}\%$ Tag kürzer ist, gäbe dem letzteren Begriffe und seiner Unterscheidung vom ersteren erst ein Interesse. – Ja, vielleicht empfähle es sich sogar, die Einführung dieses Begriffes überhaupt bis nach der Feststellung des täglichen Voraustellens des Fixsternhimmels vor der Sonne aufzusparen, wobei dann der siderische Umlauf des Mondes als willkommenes Gegenstück zum Begriffe des (siderischen) Jahres zur Einübung der diesem Begriffe zugrunde liegenden Anschauungen dienen könnte. – Aus dem vom Verf. eingehaltenen Vorgange ergibt sich allerdings für ihn die Möglichkeit, das ganze Kapitel über die „Beobachtungen im Laufe eines Jahres“ (S. 55 ff.), nämlich zunächst die Beobachtungen über die relative Bewegung von Sonne und Fixsternen durch den § 74 zu eröffnen, dessen Titel lautet: „die Verschiedenheit der Länge des siderischen und synodischen Monats zeigt, daß sich auch die Sonne bewegt.“ Aber geht denn dies nicht direkter daraus hervor, daß Nacht für Nacht zur selben Zeit, letztere als die gewöhnliche „bürgerliche“ genommen, also nach dem Sonnenlaufe gerechnet, die Fixsterne eine andere Stellung zum Horizont, also auch zur Sonne, und umgekehrt, einnehmen, was sich ja nach je einigen Wochen auffallend genug schon der flüchtigen Beobachtung kundgibt?

Im Vorwort zur zweiten Auflage erklärte PICK, daß er meinem Vorschlage nicht habe Folge geben können – ohne aber obige Gründe zu entkräften.

Nehmen wir also an, der Schüler sei aufgefordert worden, heute abend (nachdem sich der Lehrer nötigenfalls aus dem Kalender versichert hat, daß es 2–3 Tage seit dem Neumond her sei) die Mondsichel am Abendhimmel aufzusuchen. Es wird dann noch einer besonderen Aufforderung bedürfen, auch zu beachten, in welcher Weltgegend sie überhaupt zu sehen sei (in der Westgegend), wieweit von der im letzten Abendschein glänzenden Stelle des Sonnenunterganges, nach welcher Richtung die Spitzen der Sichel¹⁾, ihre konkave und konvexe Seite gerichtet seien, wie lange nach der Sonne die Mondsichel ebenfalls im Westen untergegangen sei u. dgl. m. Vorschriften hierüber,

1) Wie nicht einmal diese allerauffälligsten Elemente der „Beschreibung“ sich im Bewußtsein selbst von Künstlern, die doch für solche Bilder ein offenes Auge haben sollten, wirklich allgemein und bleibend festzusetzen pflegen, bezeugen z. B. sentimentale Abendlandschaften, auf denen der Mond seine Sichelspitzen zur untergehenden (oder zum Ort der untergegangenen) Sonne kehrt. GNAU I. S. 20 berichtet: Bekannten Schriftstellern entstammen folgende Zitate: „Langsam hebt sich gegen Abend die silberne Sichel des Mondes über den Horizont empor“. „Er blieb stehen, weil hinter dem Berg im Osten der Mond emporstieg und der Abendstern zu funkeln begann“, „die Sonne stand schon längst im Zenith.“ Ein vielgelesener Schriftsteller beschreibt den Sonnenuntergang auf dem Genfer See: „Während dieses herrliche Phänomen im Westen sich entwickelte, erhob sich im Osten der halbvolle Mond, und die Sterne flackerten in goldiger Pracht.“

KOPPE hat das Sündenregister dankenswert bereichert (anlässlich mehrerer kleiner Artikel verschiedener Verfasser über die Mondgestalten, im Jahrg. 24, 1911, der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.); wobei die Sünden bei einem an das Sehen von Naturtatsachen gewöhnt sein – sollenden Schriftsteller wie MAX EYTH doppelt unverzeihlich klingen. KOPPE teilt mit: „Der Dichter-Ingenieur EYTH gibt im „Kampf um die Cheops-Pyramide“ folgende Schilderung aus Ägypten: ‘Der Mond, eine liegende Sichel, stand fast im Zenit, so hell, daß man die beschatteten Teile seiner Kugelform sehen konnte; die Sterne begannen in ihrer ganzen Pracht aus dem schwärzlichen Blau des Firmaments hervorzubrechen.’ – Wenn bei Sonnenuntergang der Mond im Zenit steht, so hat er die Gestalt des ersten Viertels. – Sollen die beschatteten Teile zu sehen sein, so darf die Mondsichel nicht zu breit und zu hell sein. – Wenn eine Mondsichel am Zenit stände, so könnte man nicht sagen, daß sie liegt oder hängt oder stehend nach links oder rechts gekehrt ist. Sie hat alle diese Lagen je nach der Stellung des Beobachters. – Der Dichter hat alle merkwürdigen Züge, die er vom Mond je gehört, in ein Bild zusammengetragen, obwohl sie unvereinbar sind. – KOPPE fährt fort: „Ähnliche astronomische Schilderungen findet man bei Walter Scott, z. B. in Anna von Geierstein: ‘Der volle Mond ging im Nordwesten auf’, was man als Vorahnung der Marsmonde für den Mars deuten könnte. Ferner in Waverley: ‘Gegen Tagesanbruch wurde es ganz finster, weil die Sterne ausgelöscht wurden, und das Dämmerlicht der Sonne noch nicht genügend Ersatz für den Verlust bot.’ Die kritische Beleuchtung solcher Stellen wäre als Denkaufgabe recht geeignet.“ – Vgl. unseren Vorschlag zur „Blütenlese“, Anh. III (S. 346).

wie über allerlei andere Einzelheiten, die bei einer wirklichen Beobachtung nicht unbeachtet bleiben sollen, lassen sich so wenig wie dem Schüler auch dem Lehrer geben; namentlich auch nicht darüber, ob überhaupt und wieviel vom Beobachtungsprogramm dem Schüler schon von vornherein vorgegeben werden oder ob man nicht vielmehr ihn selber soll darauf kommen lassen, was alles an Einzelheiten eines solchen vermeintlich längst bekannten Schauspieles noch zu beobachten ist. Dies ein für allemal; denn in der nachfolgenden Darstellung, die eben wieder nur die Hauptaufgabe hat, den Lehrer aufmerksam zu machen, was alles er früher oder später vom Schüler nicht unbeachtet lassen will, wird, um Umständlichkeiten zu vermeiden, von den Dingen so gesprochen werden müssen, als ob der Lehrer diese Abfolge der Einzelheiten wirklich ganz in der Hand hätte. In Wahrheit machen sich ja dann die Dinge bekanntlich ganz anders; denn was auch nur als „Beobachtung des Mondes während eines Monats“ im folgenden zur Sprache kommt, mag sich ja in Wirklichkeit über 3–4 Monate verteilen, wenn zur Zeit entscheidender Phasen boshafterweise immer wieder Nebel oder Wolken den Anblick des Mondes verhüllt hatten.

Nehmen wir aber an, der Lehrer hätte eine durch keine äußeren Hindernisse gehemmte freie Wahl, auf welche spezielle Erscheinung am Himmel er seine Schüler aufmerksam und das Beobachten und Registrieren ihnen zur Pflicht machen soll: so wäre der natürliche Beginn einige Tage nach Neumond die Aufforderung, sich heute abends die Mondsichel („das Mondkipfel“, wie es in Österreich volkstümlich heißt) einmal recht gut anzusehen und sie nach der Natur zu zeichnen¹⁾. Sollten helle Sterne in der Nähe stehen, so wären auch diese in der Zeichnung anzumerken – und dazu noch alles übrige, was dem Schüler selber etwa bemerkenswert scheint; dabei nicht zu vergessen möglichst präzise, schriftliche Zeitangaben über die jeweiligen Beobachtungen – denn nichts vergißt sich rascher als die Minute, die Stunde und nur zu bald sogar Tag und Monat einer noch so interessanten Beobachtung. – Eine Durchsicht dieser Notizen und das Anhören mündlicher Mitteilungen in der nächsten Schulstunde wird nur zu reichlichen Stoff zu ergänzenden Bemerkungen und Andeutungen in den verschiedensten Richtungen geben. „Um wie-

1) Solches Zeichnen von Erscheinungen am Himmel empfehlen ausdrücklich u. a. W. FOERSTER, B. HOFFMANN in den S. 32, S. 280 angeführten Schriften.

viel Uhr hast du beobachtet? In welcher Weltgegend hast du die Mondsichel gesehen? Hat sie die konvexe oder die konkave Seite „nach rechts“ gewendet – besser: gegen die Stelle des Horizonts, an der die Sonne untergegangen war (wie lange vor deiner Beobachtung?)“. All diese Fragen, falls sie der Schüler weder aus der Erinnerung an das selbst Gesehene noch aus Kombinationen mit allenfalls schon anderweitig Erlerntem zu beantworten weiß, bilden keineswegs einen Anlaß zu Tadel oder Beschämung, sondern einfach die Aufforderung, heute abends vollständiger zu beobachten und zu registrieren. Jeder Zuwachs an Vollständigkeit des Berichtes, den dann die wieder nächste Stunde lobend anzuerkennen hat, bedeutet ja nicht nur ein Stückchen Zuwachs an Wissen, sondern, was viel wichtiger ist, an Können, d. h. diesmal eine freiwillige Steigerung der Anforderungen, die nun allmählich schon der Knabe selbst an sein eigenes weiteres Beobachten und Nachdenken über das Gesehene stellt. Nach solchem Maßstab wäre es also z. B. ganz verfrüht, dem Schüler bei der ersten Aufforderung zum Beobachten der Sichel zu sagen, es sei jetzt „zunehmender Mond“. Und geradezu verkehrt wäre es, ihm schon jetzt etwas von der alten Regel „*luna mendax*“ (Crescens, Decrescens) zu sagen (vgl. u. S. 203). Dieses „Zunehmen“ kann, soll und wird ja der Knabe selbst sehen und bemerken, wenn er auch nur durch 2–3 Tage selber beobachtet.

Daß während so fortgesetzter Beobachtungen nicht etwa das Interesse von Tag zu Tag abnimmt, dafür sorgt schon – „der wechselnde Mond“ selber nach dem Grundsatz „*Variatio delectat*“, indem er nur 7 Tage nach Neumond, also 5 oder 4 Tage nach der ersten Beobachtung der Sichel, schon den beleuchteten Halbkreis¹⁾ zeigt („das erste Viertel“ – welcher Kunstaussdruck dem

1) Wenn den Schülern vom „Halbmond“ zu reden einfällt, sind sie zu erinnern, daß sie das Wort wahrscheinlich in der Geschichte der Türkenkriege gehört haben, aber nicht von Astronomen.

Als Gründe für die astronomische Bezeichnung „Erstes Viertel = Erste Quadratur = Erste Geviert-Stellung“ hat natürlich der Schüler allmählich begreifen zu lernen sowohl die Vierteilung der monatlichen Kreisbahn, wie die Vierteilung der ganzen Mondkugel-Oberfläche. Da wir aber das Ganze dieser Erklärungen, wie gesagt, erst als Abschluß aller „Beschreibungen und Erklärungen“, die zum vollen Verständnis von Abb. 39, S. 191 erforderlich sind, versparen (S. 202 ff.), so mag auch der scheinbare Widerspruch zwischen der Anschauung von der halben Scheibe und dem Namen „Erstes Viertel“ eine Zeitlang Sache wohlthätiger Verwunderung des Schülers bleiben.

Lehrer Anlaß geben mag, zu sondieren, ob nicht dieses halb oder ganz mißverständene Wort Erwartungen eines „zweiten, dritten, vierten Viertels“ angeregt hat, woran sich gegebenenfalls auch Vorblicke auf die nun für die nächsten Tage und Wochen zu erwartenden weiteren Erscheinungen des Mondes knüpfen mögen).

Wir sagten, schon „der Mond selber“ werde dafür sorgen, daß die Freude des Schülers am Beobachten der Mondphasen und was mit ihnen zusammenhängt, nicht erlahmen werde: das ist aber nicht zu optimistisch nur unter der Voraussetzung, daß es dem Lehrer selber immer wieder sichtlich Vergnügen macht, die Schüler auf immer neue Seiten dieses Wechsels der Erscheinungen aufmerksam zu machen und sie auf Bevorstehendes zu spannen. Wer nicht von der pessimistischen Überzeugung ausgeht, einem so alltäglichen Dinge wie dem Mondanblick sei nun einmal doch kein Interesse, weder bei Erwachsenen noch bei Kindern, mehr abzugewinnen, dem werden, wenn er es eben selber der Mühe wert findet, sich dem Anblick immer und immer wieder hinzugeben, auch immer wieder neue Seiten der alten Sache als geeignete Anlässe zu überraschenden Fragen sich darbieten. Gerade die herkömmliche Unachtsamkeit gegenüber dem Bleibenden im Wechsel versieht den Lehrer mit Stoff, auch das Gewöhnlichste zum Gegenstand von Entdeckungen zu machen. Er frage z. B. nur einmal, ob man den Mond auch morgens sehen könne; und die erstaunten Nein und unschlüssigen Zweifel werden ihm sagen, an welchen Punkten das bisher vielleicht nur gedankenlos gehörte Wort vom „abnehmenden Mond“ erst mit Anschauungen auch von diesem Teil des Zyklus der Phasen zu ergänzen ist. Gebricht es dem Lehrer überdies nicht an Humor, so mag er auch den Eindruck, daß der Mond an den auf Vollmond folgenden Abenden¹⁾ ein immer trübseliges (ein „Zahnweh“-) Gesicht mache, zu Worte kommen lassen und ihn dann wieder zum ernsthaften Anknüpfungspunkt für die Aufforderung zu weiteren Beobachtungen machen. — Auf eine hierher gehörige Beobachtung und Frage: daß und warum sich der Aufgang des abnehmenden Mondes im Frühjahr und Herbst täglich um so auffallend verschiedene Zeiten (keineswegs immer um dieselben 50 Minuten wie die Kulmination) verspäte, versparen wir die Antwort und Erklärung

1) Es ist eigentlich eine ganz interessante psychologische Frage (allenfalls zum Thema „Einfühlung“?), warum uns der Mond ebenso viele Tage vor Vollmond gar nicht traurig ansieht. Freut er sich auf das Vollwerden?

als ein lehrreiches Übungsbeispiel in Sachen der Stellungen des Tierkreises zum Horizont für später (s. u. S. 199).

Da, wie gesagt, das ungehinderte Beobachten eine ganze Lunation hindurch immer nur Ausnahme¹⁾ bleibt, so erschwert sich ganz unvermeidlich die didaktische Aufgabe für den Lehrer auch schon in Sachen eines so auffälligen Erscheinungszyklus, wie es die Mondphasen sind. Aber wie wir Menschen nun einmal dem als unvermeidlich Erkannten uns immer noch am willigsten fügen, so wird auch der besonnene Lehrer, dem es um die Himmelskunde seiner Schüler ernstlich zu tun ist, nie zur törichten Ausrede greifen, er hätte ja ganz gerne Mondbeobachtungen anstellen lassen, „wenn eben nur besseres Wetter gewesen wäre“. Vielmehr wird man sogar solchen Behinderungen noch mehr als eine didaktisch gute Seite abzugewinnen vermögen – vor allem indem man auch die Schüler daran gewöhnt, den Faden der Erinnerung an Gesehenes und der Vorsätze zum Ausnützen jeder künftig günstigen Gelegenheit nicht abreißen zu lassen; neben solchem psychologisch-ethischen Gewinn aber rein gegenständlich auch schon darin, daß nun, wenn etwa drei oder vier Lunationen nur bruchstückweise die Folge der Phasen hatte beobachtet werden können, sich die zweite Hauptaufgabe, das Beobachten der Bewegungen des Mondes zwischen den Sternen umso nachdrücklicher aufgedrängt und auch schon zum guten Teil gelöst hat.

Es ist nicht mehr nötig, die Andeutungen zu häufen, wie der Lehrer auch diese zweite Hauptaufgabe in Sachen des Beobachtens der Monderscheinungen zu einer für den Schüler reiz- und eindrucksvollen machen kann. Ohnedies gestalten sich ja die wirksamsten Anreize, den Schüler die Relativbewegung zwischen Mond- und Sternenhimmel bemerken zu lassen, von Monat zu Monat, von Jahr zu Jahr immer wieder neu. Jetzt ist es dieser,

1) Dem Verfasser war es einmal am Gardasee gegönnt, einen vollen Mondmonat hindurch Tag für Tag den Mond zu sehen: Auch als bei abnehmendem Mond die Aufgangszeiten mehr und mehr von Mitternacht gegen Morgen sich verschoben (u. zw. um einige Stunden gegenüber dem wirklichen Aufgang, da ich nahe dem Fuße des hohen Monte Baldo wohnte), wachte ich Nacht für Nacht regelmäßig auf, als die immer schmäler werdende Sichel über den Bergkamm heraufstieg. – Es kommt auf den einzelnen Lehrer an, wie er durch die lebhafte Erzählung solcher selbsterlebter Anblicke die Lücken der von den Schülern selbst gesammelten Beobachtungen wirksam ausfüllt, so daß es für die Kinder nicht ein bloßes Gerede, sondern wirklich eine Ergänzung ihrer eigenen Phantasievorstellungen wird, durch die ja auch sie ihre Wahrnehmungen vom Mond ergänzen müssen.

im nächsten Monat ein anderer Planet, von dem heute der Mond „rechts“, schon morgen „links“ steht; bald häufen sich die Gelegenheiten zu solchem Mitbeobachten von Planetenstellungen, dann bleiben sie wieder für Monate aus, und es müssen mehr oder minder helle Fixsterne die Marken für das Auffassen der Mondstellungen abgeben. Nur soviel wird man einer alle, auch die günstigsten solcher Gelegenheiten bisher ungenützt lassenden, schier sündhaften Tradition gegenüber behaupten müssen, daß, wenn man mit unseren Dreizehnjährigen auch nur die allerauffälligsten solcher Gelegenheiten grundsätzlich nicht vorübergehen läßt, schon der anfänglich nur zu Mondbeobachtungen angeleitete Schüler binnen einem halben, lieber einem ganzen Jahr, mehr an „Beschreibungen“ des gestirnten Himmels überhaupt für das ganze Leben gewonnen hat, als jene träge Tradition sich je hätte träumen lassen. —

Wie man sieht, haben wir uns bisher fast nur auf „Beschreiben“ beschränkt, dagegen auf alles „Erklären“ so eigensinnig verzichtet, als ob wir unsere Kleinen wirklich zu Phänomenalisten MACHscher Observanz erziehen wollten. Also nicht einmal die monatlichen Mondphasen haben wir „erklärt“; noch weniger den monatlichen Umlauf des Mondes zwischen den Sternen. Aber sogar diese unsere Beschreibung war noch sehr lückenhaft; wahrscheinlich haben wir noch nicht einmal Gelegenheit genommen, zwischen den $29\frac{1}{2}$ Tagen des Phasenwechsels und den $27\frac{1}{2}$ Tagen des Umlaufs scharf und ausdrücklich zu unterscheiden. Und wenn und weil der Schüler selber noch nicht auf die Tatsache dieses Unterschiedes gekommen ist, so haben wir ihn noch weniger mit den Kunstwörtern „synodischer“ und „siderischer Monat“ und ihren Definitionen behelligt. Darf sich aber dann so etwas überhaupt noch „Unterricht in der Himmelskunde“, und wären es auch nur die allerbescheidensten Anfangsgründe, nennen? Sogar diese Beruhigung verschmähen wir: „Aber das Lehrbuch enthält ja diese näheren Angaben, z. B. der $29\frac{1}{2}$ und der $27\frac{1}{2}$ Tage (wenn es auch für die Unterstufe jene Termini lieber noch nicht ausspricht).“ Wer sich mit uns aber einmal zu den Grundsätzen eines Wirklichkeitsunterrichtes in Sachen der Himmelskunde bekennt, wird eben darin, daß das Lehrbuch manchmal mehr enthält, als was dem Schüler seine eigene Beobachtung gesagt hat, eher eine Gefahr (vgl. oben S. 157) als eine Unterstützung streng reeller Unterrichtserfolge erblicken.

Es mag manchem minder anspruchsvollen Lehrer wie ein Paradoxon erscheinen, wenn wir aus jenen Prinzipien des Wirklichkeitsunterrichtes die Forderung ableiten, sogar die eine Buchseite, die unser § 178. **Beobachtungen des Mondes, a) die Mondphasen, b) die Bewegungen des Mondes am Fixsternhimmel** einnimmt, erst monatelang nach dem Beginn jener Beobachtung „lernen“ zu lassen; nämlich günstigstenfalls a) nach dem ersten Monat von Neumond zu Neumond, b) nach einigen weiteren Monaten, wenn die Sonne und mit ihr (sozusagen seinen Phasen nach) auch der Mond etwa ein Viertel des Tierkreises zurückgelegt hat. — Aber auch umgekehrt braucht, wer so dem Beobachten den Lehrtext erst mehr oder minder spät folgen läßt, die im Lehrtext implizite liegenden Aufforderungen (zuerst an den Lehrer!) zu planmäßigem Beobachten nicht zu unterschätzen. Was alles er zu beobachten hat, daran erinnern ja den Schüler allerdings schon die ersten Zeilen jenes § 178, die darum hier im Wortlaute folgen mögen:


„Beobachtungen des Mondes. a) Die Mondphasen. 1. Beginnen wir den Mond zu beobachten, wenn er am Abendhimmel die Form einer ganz schmalen Sichel zeigt, so bemerken wir, daß er im Westen steht, daß die konvexe Seite der Sichel gegen die untergegangene Sonne gewendet ist, und daß er bald nach Sonnenuntergang selbst im Westen untergeht. Am zweiten, dritten... Tag wird die Sichel immer breiter, der Mond steht um die gleiche Beobachtungszeit immer entfernter von der Westgegend und geht immer später unter. 2. Nach einer Woche“ usw.

Diese wenigen Zeilen können und sollen einen „Lehrtext“ nur insofern abgeben, als auch er schon nach den ersten zwei Beobachtungsabenden in der Schule mit den Schülern gelesen und nun von ihnen als sprachliche Fixierung des Selbsterlebten hingenommen werden wird; gewiß aber nicht als etwas, aus dem man „die Mondphasen lernt“.

Und auch noch in einer anderen Hinsicht diene das hier über das Verhältnis von Wirklichkeitsunterricht und Schulbuch Gesagte als ein typisches Beispiel: denn jenem § 178 geht voraus „§ 177. Beobachtung der Bewegungen des Fixsternhimmels von einem Standpunkt unter 50° nördl. Breite.“ Für den mündlichen Unterricht aber empfehlen wir (s. o. S. 155), die Beobachtung des Mondes beginnen zu lassen vor der des Fixsternhimmels. Ist dies eine überflüssige Abweichung zwischen der Abfolge des mündlichen Unterrichtes und der des Lehrbuches? — Nein; denn, nehmen wir für den Augenblick als ausschließliche Aufgabe die Mond-Beobachtungen, so können wir ja allerdings nicht einmal

diese bis zu den Schlußworten jenes § 178 fortführen, wenn nicht schon eine recht reichliche Kenntnis von Sternbildern zur Verfügung steht. Es seien (wie oben die Anfangs-) noch diese Schlußworte des § 178 hier angeführt, weil sie uns einen Maßstab dafür geben, was wir für die inzwischen mit in Angriff genommenen Fixsternbeobachtungen als besonders beachtenswertes Ziel ins Auge zu fassen haben.

„Versuche an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen die Phase des Mondes und einige hellere Fixsterne seiner Umgebung nach der Natur zu zeichnen! Suche diese Sterne auf einem Himmelsglobus auf und überzeuge dich, daß die genannten zwölf Sternbilder einen Gürtel in der Nähe des Himmelsäquators bilden! Vergleiche die Ergebnisse dieser deiner Beobachtungen mehrere Monate hindurch mit den Angaben des Kalenders über ☾, ☽, ☾, ☽ und über die unter der Bezeichnung „Mondlauf“ immer wiederkehrenden Zeichen:

oder 
 γ υ ιι ☾ ♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍ ♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓

Die für die ganze Astronomie sehr wichtigen Namen jener zwölf Sternbilder sind zusammengefaßt in den Gedächtnisversen:

Sunt: aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo,

Libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.“

Aus diesem Hereinnehmen der „Tierzeichen“¹⁾ in die Lehre von den Mondbewegungen, der dann unmittelbar folgt „179. Die jähr-

1) Sollte man nicht lieber den ganzen Begriff und Terminus Tierzeichen aus der Wissenschaft wie aus dem Unterricht ausschalten? Meine verehrten Mitarbeiter M. KOPPE und A. SCHULKE haben es während der Korrektur neuerdings lebhaft befürwortet, wie schon früher in zahlreichen öffentlichen Kundgebungen (vgl. S. 312). Und so nicht wenige andere Autoritäten. Es seien u. a. einige Stellen (von P.) aus der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr., Jahrg. 16 (Mai 1903), S. 176, 177 hier wiedergegeben: „In einer Zuschrift an den Herausgeber der Zeitschrift „Das Weltall“ (Jahrg. III Heft 10, 15. Februar 1903) regt J. ADAMCZIK in Pribram dazu an, endlich die Verwirrung zu beseitigen, die bekanntermaßen durch die Verschiebung der Zeichen des Tierkreises gegen die gleich benannten Sternbilder hervorgebracht wird. Insbesondere halten die Kalender noch immer daran fest, daß die Sonne am 21. März in das Zeichen des Widders tritt, während sie erst ungefähr vier Wochen später das so benannte Sternbild erreicht. Es ist allgemein anerkannt, wie lästig und erschwerend sowohl für die allgemeine Orientierung am Himmel, wie für den Unterricht diese Unterscheidung ist. In dieser Zeitschrift hat besonders M. KOPPE wiederholt auf den Übelstand hingewiesen und Abhilfe verlangt. Herr ADAMCZIK macht nun den sehr zweckmäßig erscheinenden Vorschlag, man solle die „alte historische Zeicheneinteilung der Ekliptik“ festhalten, aber durch Zurückgreifen auf einen besonders ausgezeichneten historischen Zeitpunkt ein für allemal wieder der Lage des Sternbildes anpassen und dann den Frühlingspunkt in der fixen Zeicheneinteilung wandern zu lassen. Als geeigneter Zeitpunkt erscheint das Jahr 130 v. Chr.,

liche Bewegung der Sonne im Tierkreis“, wird nun der Lehrer auch schon den positiven Plan, nach dem wir uns jene drei Titel: „Mond, Fixsterne, Bewegung der Sonne im Tierkreis“ ineinander verschränkt denken, hinreichend deutlich erkennen, so daß wir uns in den beiden folgenden Paragraphen sehr viel kürzer als in dem vorliegenden fassen dürfen. Galt es doch hier, an dem einen

um welche Zeit Hipparch die Präzession entdeckte. Es würde sich dabei um eine Verschiebung der Ekliptikzeichen um ca. 28° handeln . . . Der Verfasser macht ferner noch geltend, daß auch die für die Orientierung des Laien am Himmel so wichtigen Angaben über die Mondbewegung in den meisten Kalendern sich auf die jeweiligen Zeichen der Ekliptik beziehen, in denen der Mond sich befindet. Die Verfolgung dieser Stellungen, insbesondere um die Zeit vor und nach dem ersten Viertel, sei aber für die Allgemeinheit ein vorzügliches, und vielleicht das beste und einfachste Mittel, jene Orientierung zu gewinnen. . . Der Verfasser spricht den Wunsch aus, daß bei der Verfassung von Lehrbüchern und der Herstellung neuer Sternkarten und Himmelsgloben von dem bisherigen verwirrenden Verfahren ganz abgesehen werde. In einer Zuschrift an die Redaktion des „Weltall“ (Heft 13 vom 1. April 1903) erklärt der Direktor der Berliner Sternwarte, Herr G. R. WILHELM FOERSTER, daß er sich bemühen werde, zur Beseitigung der bezüglichen Übelstände in der astronomischen Pädagogik und in den Kalendern beizutragen.“

SCHÖLKE teilt nun mit, daß „die preußischen Kalendermaterialien (vom Kgl. astronomischen Recheninstitut herausgegeben) bis 1905 die Stellung der Planeten durch Zeichen des Tierkreises angaben, jetzt allein in Sternbildern; es werden also auch in den Kalendern bald die Zeichen verschwinden“.

OPPENHEIM erklärt mir brieflich die angeregte Frage als gleichgiltig für den wissenschaftlichen Astronomen, da dieser weder von Sternbildern noch Tierzeichen spricht, sondern alles in AR und δ , bzw. λ und β angibt. —

Es geht also aus diesen gewichtigen Stimmen selbst hervor, daß wir augenblicklich ganz in einer Übergangszeit leben; und nach reiflicher Erwägung schien es mir zweckmäßig, in vorliegender Didaktik noch nicht die Reminiszenzen an einen so lange bestandenen Zustand abubrechen. Keinesfalls würden ja mit Name und Begriff „Tierzeichen“ auch die anderen: „Tierkreis“, „Zodiakus“ usw. verschwinden. Wenn aber zu nichts anderem, so ist auch ersterer noch didaktisch nützlich, um eben die Erinnerung sozusagen über die 2000 Jahre auszuspannen, während deren sich sozusagen der Begriff gegen den Namen, d. h. das Tierzeichen gegen das gleichnamige Sternbild, u. zw. zum Glück um ziemlich genau ein Tierzeichen, verschoben hat. Wird durch dieses eine und natürlich noch durch alle anderen didaktischen Hilfsmittel, die im selbsttätigen Vergleichen der alten Namen mit den immer neuen Anschauungen liegen, die Aufmerksamkeit der Schüler bei der geschilderten Unzukömmlichkeit recht festgehalten, so mag das ihre Beseitigung mehr beschleunigen als das bloße plötzliche Verschweigen des alten Namens; denn ab und zu käme dieser den Schülern denn doch noch zu Ohren — er würde ratlos, wenn er — wie oben ausgeführt — die alten Zeichen in den Kalendern noch erblickt, usw.

Übrigens bedient sich SCHÖLKE in dem von ihm gelieferten Beitrag (S. 240 bis 244) nur der Sternbildnamen; und der Leser hat also Gelegenheit, als Lehrer unter dem ihm vorteilhafter Scheinenden zu wählen.

Beispiel vom Mond, mehr als alles andere den Lehrton zu charakterisieren, in dem wir uns den mit dem dritten Jahrgang einsetzenden zusammenhängenden Unterricht der Himmelskunde von Anfang an erteilt denken, damit dann sein Ende sich fester Erfolge freuen könne.

Auf den Mond selbst aber kommen wir, wie in § 187 des Lehrbuches, auch in vorliegender Darstellung nochmals zurück in § 13 (S. 191) – aus den dort anzuführenden Gründen.

§ 11. Erste Orientierung am Fixsternhimmel.

Nach der im § 4 (S. 27) im Zusammenhang mitgeteilten Vorschrift der neuen österreichischen Lehrpläne

„Himmelserscheinungen (über das ganze Schuljahr verteilt): Erste Orientierung am Fixsternhimmel, Phasen und Umlauf des Mondes, Bewegung der Sonne in bezug auf den Fixsternhimmel“

könnte es scheinen, als solle der im Titel des vorliegenden § 11 angegebene Stoff, der „Fixsternhimmel“, auch den Anfang aller kindlichen Himmelskunde überhaupt ausmachen.

Es ist aber schon in den vorausgehenden §§ 9, 10 mehrmals zur Sprache gekommen, daß auch die – für alle astronomische Systematik in der Tat ein Allererstes darstellende – Orientierung am Fixsternhimmel didaktisch nicht das Erste ist, sondern ihre Vorbereitung (im Sinne der ersten didaktischen „Formalstufe“) in allerlei Aufforderungen des Lehrers, sich dies und jenes am Abendhimmel, nicht gerade nur „die Fixsterne“, anzuschauen, finden wird. Eben weil für solche gelegentliche Anreize nicht selbst wieder eine papierne Vorschrift gegeben werden soll und kann, sondern, wie ebenfalls wiederholt schon gesagt, bald diese, bald jene besonders augenfälligen Erscheinungen (z. B. Konjunktionen zwischen dem Mond und Planeten) dem Unterricht seine Ordnung, oder vielmehr diesmal seine didaktisch auszunützende Unordnung vorschreiben, wird es im folgenden gestattet sein, nun doch von den Beobachtungen des Fixsternhimmels wie von einer Sache für sich zu sprechen; was also dann nicht mehr dahin mißverstanden werden wird, als wollten wir die Schüler eines Tages mit der vom Zaun gebrochenen Aufforderung erschrecken: „Jetzt kommen wir zum Fixstern-

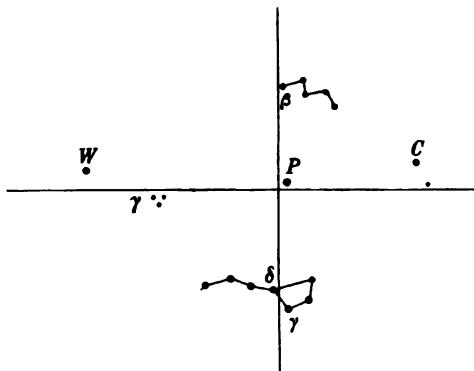
himmel“ und hiermit jedes Interesse für den Gegenstand schon in der Geburt ersticken.

Es wird für die vorliegende didaktische Anleitung zu demjenigen Maß von Auskennen am Fixsternhimmel¹⁾, das für unsere Mittelschüler weiterhin notwendig und ausreichend ist, nicht mehr nötig sein, z. B. die bekannten Mittel der Alignements zu beschreiben, auch nicht Ratschläge für die zweckmäßigste Auswahl der einzuprägenden Sterne und Sternbilder zu geben, da alle diese inseitzelnegehenden didaktischen Kunstgriffe, es nicht zu dem Gefühl der Überfütterung und der Verwirrung kommen zu lassen, schon oft geschickt und überzeugend dargestellt worden sind.²⁾

1) Im Vortrag von 1889 habe ich aus den Anfangszeiten meiner Lehrtätigkeit berichtet: „Allerdings muß ich auf Grund eigener Erfahrung hinzufügen, daß selbst noch jüngere Kinder, wenn sie entsprechend angeleitet werden – was aber freilich wohl nur von Seiten der Familie geschehen kann – mit größter Freude sich die Sterne am Himmel zeigen und benennen lassen.“ – Ich habe es selbst einmal erlebt, daß ein achtjähriger Knabe und ein siebenjähriges Mädchen, als sich ihre älteren Geschwister mit der Aufsuchung der Sternbilder nach Sternkarten beschäftigten, alsbald die Namen der Sterne I. und II. Größe auswendig wußten und die Namen immer neuer, kleinerer kennen zu lernen verlangten.“ – Ich hatte damals (1873), in einer kinderreichen Familie als Hauslehrer wirkend, die BRAUNschen Sternkarten, die ich im Besitz des Hauses vorfand, in Form des Netzes eines Himmelsglobus von fast 1 Meter Durchmesser (durch dessen offene Südseite man den Kopf einführen konnte) nachzeichnen lassen; woraus dann später (1888) der im folgenden (S. 177 ff.) besprochene Himmelsglobus hervorging.

2) BÖTTCHER 1885 (vgl. oben S. 33 Anm.) gibt auch hiefür so vortreffliche didaktische Winke im einzelnen, daß ich am liebsten die ganzen einschlägigen Stellen hier anführen würde. Doch werden für das Erkennenlassen des Lehrganges, der sich ganz mit dem unsrigen deckt, die folgenden Proben genügen:

Abb. 33.



„Wir sind zu Ende mit der Betrachtung der Sonne für sich allein, und müssen nunmehr wissen, wo ihr Platz zwischen den Fixsternen ist zu den verschiedenen Zeiten. Dazu ist vorerst nötig, daß

II. der Fixsternhimmel und seine Bewegung

in Umrissen bekannt sei.

Im Sternenheer ist nichts mehr zu fürchten als die Verwirrung durch die Menge. Darum unterscheide ich, wie weiland der alte Ziethen seine vier Heerstraßen malte mit dem großen Klecks in

der Mitten, von Haus aus vier Hauptstraßen (Abb. 33):

Nordpolarstern – Himmelswagen,
ferner hüben vorbei an der Wega,

Polarstern – Kassiopeia,
drüben an Capella.

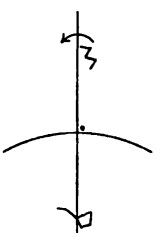
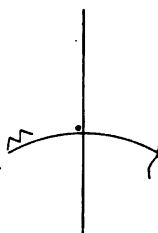
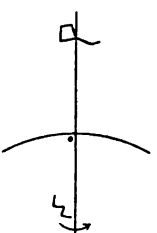
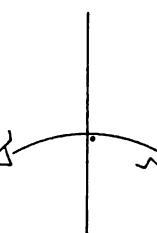
Sondern es sei gestattet, für die Anleitung zur „ersten Orientierung

Oder genauer: 1. zum Sesselstern β der Kassiopeia, der thronenden Königin-Mutter, 2. vorbei an Ettanin oder dem berühmten γ Draconis, der gerade über dem Schornstein des großen BRADLEY stand, 3. hindurch zwischen γ und δ Ursae, 4. vorbei am Ellenbogen des Fuhrmanns.

Die spätere Ausfüllung dieses Gerippes vollzieht sich ganz von selbst; wichtiger ist es zu beobachten und zu merken, wo diese wenigen Anhaltspunkte zu den einzelnen Tages- und Jahreszeiten zu finden sind.“

Nach einer Anleitung zu Beobachtungen „mit PRESLEERS Meßknecht“ und nachdem aus den Beobachtungen die Begriffe „Weltachse“, „die 366 Sternumgänge im Gemeinjahr“ und „... wie schon früher der Begriff der mittleren Sonnenzeit, so nunmehr der der mittleren Sternzeit gewonnen“ sind, werden „vier Hauptblicke des (nördlichen) Nachthimmels eingeprägt nach folgendem Schema (Abb. 34).



Abb. 34.

				
	<i>0h Sternzeit</i>	<i>VIh</i>	<i>XIIh</i>	<i>XVIIIh</i>
<i>Michaelis</i>	<i>Mitternacht</i>	<i>früh 6h</i>	—	<i>Abends 6h</i>
<i>Weihnacht</i>	<i>Ab. 6h</i>	<i>Mitternacht</i>	<i>fr. 6h</i>	—
<i>Östern</i>	—	<i>Ab. 6h</i>	<i>Mitternacht</i>	<i>fr. 6h</i>
<i>Johannis</i>	<i>fr. 6h</i>	—	<i>Ab. 6h</i>	<i>Mitternacht</i>

Dann werden jene vier Hauptstraßen fortgesetzt in den südlichen Himmel hinein: die erste vom Pol über Kassiopeia und Andromeda zum Pegasus und dem später erklärten γ -Punkt; die zweite über den Fuhrmann zum Orion, usw.

Für das Gedächtnis ist es eine wesentliche Hilfe, wenn diese wenigen Sternbilder, und keine weiteren, immer wieder aufgezeichnet werden...“ Und nun folgen

„III. Die Plätze der Sonne zwischen den Fixsternen.

Mit diesen wenigen aber desto sichereren Vorkenntnissen ausgerüstet, treten nun schließlich die Schüler an die letzte Frage heran, die auf ptolemäischem Standpunkt noch übrig ist: welche Plätze an der Fixsternsphäre nimmt nacheinander die Sonne ein?“ ... Aus einfachen Schlüssen aus dem vom Schüler selbst Gesehenen ergibt sich z. B.: Der Herbstplatz der Sonne ist ein Punkt des Himmelsäquators auf der Verbindungslinie zwischen Regulus und Spica; der Weg zu diesem Punkt vom Pol aus führt über den großen Himmelswagen weg; er wird markiert mit dem Zeichen der . Zum Platz der Weihnachtssonne () gelangen wir an der Wega vorbei. [Gut merkt sich der Spruch:

Wagen und Wage
Wega und Weihnacht.]

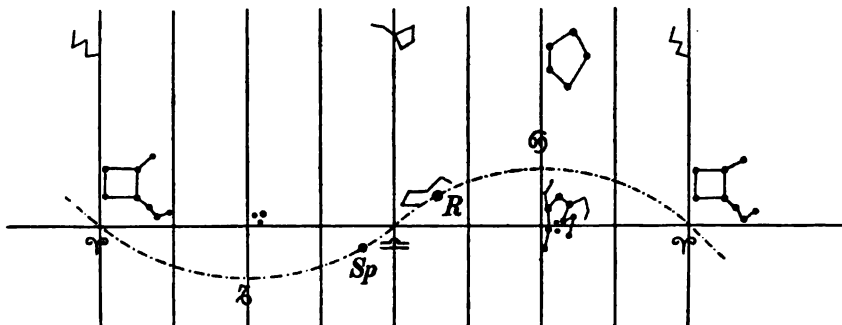
Ebenso findet sich der Frühlingsplatz der Sonne, oder der γ punkt, beim Pegasus, in der Verlängerung der Linie zwischen den Rumpfsternen; endlich

am Fixsternhimmel“ ein bestimmtes Lehrmittel vorauszusetzen, den **Himmelsglobus aus Modelliernetzen¹⁾**, die Sterne durchzustechen und von innen heraus zu betrachten (Abb. 36).

zur sommerlichen Sonnenwendzeit befindet sich die Sonne droben über der Keulenspitze des Orion.

So mag man zunächst 365 einzelne Sitze, Residenzen, der Sonne sich vorstellen: jeden neuen Tag nimmt sie einen neuen Sitz ein, behält ihn aber den Tag über bei. Danach ist es nicht schwer, sich statt dessen den stetigen Übergang zu denken (Abb. 35). Verbindet man aber all die gefundenen Plätze durch eine Linie, welche geschlossen um die Sphaera fixarum herumläuft, so zeigt sich: .

Abb. 35.



Die sämtlichen Sonnenplätze liegen in einer Ebene, ihre Projektionen auf die Fixsternkugel geben einen Hauptkreis, verknotet mit dem Äquator im Y- und im X-Punkt und gegen ihn geneigt um je $23\frac{1}{2}^\circ$: wir haben ... die scheinbare Ekliptik.

Ich [BÖTTCHER] bin zu Ende. Denn der Übergang von dieser Welt des Scheins zur naturgemäßerem Ansicht liegt außerhalb des Rahmens gegenwärtiger Darstellung.

Ein Unterricht wie der hier skizzierte braucht notwendig ein volles Jahr Zeit. Denn was im Kreislauf eines Jahres am Himmel passiert – wenn's mit eigenen Augen geschaut sein soll – kann man eben nicht vorwegnehmen, so wenig wie unten auf der Erde das Blühen und Welken der Blumen, Saat und Ernte.

Die Stunden oder Viertelstunden jedoch, welche auf dem Lektionsplan für die Woche dem Gegenstand gewidmet sind, dürfen allenfalls knapp bemessen sein – die Hauptsache bleibt ja doch das Selbstbeobachten.“ – – –

Wie man sieht, bietet BÖTTCHERS Abschnitt III auch schon die sachlich wie didaktisch gleich willkommenen Ausgangsstoffe für unsere § 12 (S. 184ff.) und § 14 (S. 204ff.).

1) Zweite, verbesserte Auflage im Verlag B. G. Teubner 1913. – Der Durchmesser des Globus ist $d = 23$ cm. Dazu sei bemerkt, daß sowohl die ursprüngliche unförmliche Größe von $d = 1$ m [vgl. oben S. 174, Anm. 1], wie auch jede kleinere, bei der man aber noch das Auge wirklich in den Mittelpunkt der Hohlkugel bringen und die Innenseite noch in deutlicher Sehweite vor sich haben könnte, sich als nicht nur mehrfach unbequem (z. B. weil für eine so große Kugel

Abb. 36.



Mit Abb. 36 vergleiche Abb. 38 (S. 189): in beiden hat der Himmelsäquator gleiche Größen. — In Wirklichkeit ist der Ekliptikapparat etwa dreimal so groß als der Himmelsglobus.

das Papier sehr stark genommen werden müßte), sondern auch als ganz entbehrlich erwiesen hat. Durch die einer südlichen Poldistanz von 40° entsprechende Öffnung des Globus übersieht man von außen ganz bequem auch die Innenseite des Globus. Daher habe ich auf dem oben abgebildeten Globus die

Natürlich wollen wir nicht dieses Lehrmittel für obligat innerhalb eines zur ersten Orientierung am Fixsternhimmel führenden Lehrganges halten; vielmehr sei sogleich mit vollster Anerkennung der Bemühungen zahlreicher anderer Didaktiker gedacht, die durch schöne und praktische Sternkarten in Sonderausgaben, wie in Atlanten, populären Büchern, Kalendern usw. unermüdlich die Versuche erneuern, zur Bekanntschaft mit dem Sternenhimmel eindringlich einzuladen. Es sei auch sogleich vorausgeschickt, daß, wenn jener Globus – der vor allen Sternkarten voraus hat, daß er von innen hinaus auf die wirkliche Himmelskugel zu schauen erlaubt und auffordert – seine ersten didaktischen Zwecke erfüllt hat, dann wieder namentlich die allenthalben verbreiteten drehbaren Sternkarten¹⁾ dem schon

Breite jedes Zweieckes beim Äquator mit nur 6 cm, also den Umfang mit 72 cm (somit den Durchmesser mit $72 : \pi = 22,92 \text{ cm} \pm 23 \text{ cm}$) gewählt.

Dieser und die übrigen sich hieraus ergebenden numerischen Werte aller Dimensionen des Globus, z. B. der Ordinaten der Sinuskurven, die die Begrenzung jedes Zweieckes bilden, liefern einen ins einzelne gehenden reichlichen Übungsstoff zu der ganzen in den Band I dieser Handbücher (S. 293–310) aufgenommenen „Lehrprobe II. Netz, Oberfläche und Kubikinhalt des Zylinderstutzes und der Kugel“. Ich bringe hier nur in Erinnerung, daß, obwohl natürlich unsere Netzkugel nur annähernd eine Kugel ist, sie doch nicht nur annähernd, sondern genau die Oberfläche $4\pi r^2$ hat; daß die Krümmung der einzelnen Zweiecke, wenn die benachbarten Ränder beim Aneinanderkleben in eine Ebene fallen, die genaue Krümmung eines Kreises (daher die des zusammengeklebten Zweiecks die eines Kreiszylinders) von $U = 72 \text{ cm}$ haben usw. – Dies also die mathematische Seite unseres bescheidenen Lehrmittels, auf das in Bd. I S. 293 Anm. verwiesen worden ist.

Ich danke an dieser Stelle dem Verlag B. G. Teubner, daß er eine zweite Auflage des Globus (die erste war im Verlag Schreiber-Eßlingen erschienen) in mehrfach verbesserter Form ermöglicht hat.

Der Globus erscheint in drei Ausgaben (jede mit einer für Anfänger geschriebenen Anleitung zur Benützung des Globus und des Gestelles):

I. Ausgabe: Die Modelliernetze zum Globus, das Laubsägemuster zum Gestell und die Kreisteilungen auf Karton in Mappe (M. 1,50).

II. Ausgabe: Das Gestell (Horizontring, Stundenscheibe, die zwei Träger) fertig samt Kreisteilungen; Modelliernetze wie bei I. (M. 3,—).

III. Ausgabe: Gestell und Globus fertig (M. 4,50).

Sämtliche Ausgaben sind durch die Buch- und Lehrmittelhandlungen zu beziehen. Ausgabe II und III werden für Österreich *en gros* durch die Lehrmittelhandlung W. J. Rohrbeck (Wien I., Kärntnerstraße 59) geliefert.

1) Es sei gestattet, hier zu bemerken, daß die drehbaren Sternkarten, so oft und gern sie auch gekauft werden, einen großen Teil der Käufer enttäuschen dürften. Gelegentliche Umfragen haben ergeben, daß keineswegs alle, die es zuerst mit einer solchen Karte versuchen, über die Enttäuschung hinwegkommen, daß, wenn sie die Karte nach der Richtung Süd-Nord orientieren,

einigermassen Orientierten das handsamste Mittel zu weiterer Orientierung am Fixsternhimmel sein und bleiben werden; schon weil man sie leichter auf Abendspaziergängen mitnehmen kann,

die Richtungen West und Ost auf der Karte die entgegengesetzte Lage haben zu der in Wirklichkeit. Daß diesem vermeintlichen Fehler der Sternkarte abzuhelpen sei, indem man sich die Karte über den Kopf hält – darauf scheinen tatsächlich viele Besitzer solcher Karten nicht zu verfallen, können aber natürlich in diesem Falle schon nie mehr wirkliche Benützer dieser Karte werden. – Sich dies sagen zu müssen, berührt sicher halb komisch, halb wehmütig, wenn man die ebenso sorgfältig wie handlich ausgeführten drehbaren Sternkarten, z. B. des Lehrmittelverlages Schneider, allenthalben verbreitet sieht, was eben den immer sich erneuernden Wunsch Zahlloser, sich am Himmel auskennen zu lernen, bezeugt und einen besseren Erfolg verdiente als bloße Enttäuschung. –

Den eben genannten Sternkarten äußerlich ähnlich ist „Mangs drehbare Sternkarte mit Sonne, Mond und Planetenlauf“, bei der aber jene Vertauschung von Ost und West (bei richtiger Orientierung von Nord und Süd) vermieden ist. Dennoch dürften auch bei dieser Behebung des einen (vermeintlichen) Mangels die übrigen unvermeidlichen zu kaum geringeren Enttäuschungen führen: Nicht nur stehen z. B. beim Wagen (für die Stellung unter dem Nordpol) die Deichselsterne wieder rechts, sondern es muß auch der ganzen Scheibe eine Drehung im entgegengesetzten Sinn zu der des wirklichen Himmels erteilt werden. – All dies enthält natürlich keine Vorwürfe gegen eine einzelne Sternkarte, da es ja die unvermeidlichen Folgen der Übertragung von der Kugel auf die Ebene sind – wobei nur zu den Schwierigkeiten der Erdgloben und -karten (namentlich der Verzerrung der Größenverhältnisse) der große Unterschied kommt, daß wir immerhin über der Erdkugel (wie über der Erdkarte), aber unter der Himmelskugel stehen. – Aus alledem folgt aber, wie ich nochmals wiederhole, nicht etwa irgendwelches Abraten von der Benützung ebener Sternkarten oder massiver Sterngloben, sondern nur, daß angesichts dieser unvermeidlichen geometrischen Verwicklungen für die Raumanschauung des Anfängers um so sorgfältigere Anleitung zum Benützen solcher Karten und massiver Globen im Schulunterricht so oft und anhaltend als irgend nötig gegeben werden sollte. Und als vorbereitendes Anschauungsmittel hiefür, das vieles bloßes Hineinreden in den Schüler überflüssig macht, wird ja dann wohl unser von innen heraus zu betrachtender Himmelsglobus seine Dienste tun. –

Ausdrücklich erwähnt sei noch der kleine, handsame Himmelsglobus von ROHRBACH (an dem übrigens das Fehlen jeder Gradteilung am Gestell die Anleitung zu quantitativer Beobachtung vermissen läßt).

Die zahlreichen Lehrmittel von NABELEK für eine Orientierung am Fixsternhimmel mögen unten (S. 183) im Anschluß an seine besonders schöne Karte des Tierkreisgürtels zur Sprache kommen.

Im übrigen versuche ich nicht eine Aufzählung der zahlreichen Lehrmittel verwandter Art hier zu geben (unter denen z. B. WETZELS große Wandtafel mit deutlichen Zeichnungen zu den verschiedenen Teilen der astronomischen Geographie besonders zu nennen wäre). Sondern indem ich eine solche vergleichende Literatur der sogar in frühere Jahrhunderte zurückreichenden interessanten und zum Teil oft überraschend wirksamen Anschauungsmittel (vgl. über solche z. B. die u. S. 312–320 wiedergegebenen Mitteilungen von

als was immer für Globen. Auch wird es nicht nötig sein, an dieser Stelle zu wiederholen, was die gedruckte Anleitung zum Gebrauch jenes Globus ausführlich in der Sprache des Kindes, also gänzlich voraussetzungslos, zu sagen versucht hat.

Es erübrigen demnach hier zur Verständigung mit dem Lehrer, dem es damit ernst ist, die bisher fast völlige Unwissenheit des weitaus größten Teiles der Mittelschüler wenigstens bei den ihm anvertrauten 13jährigen Knaben fürder nicht mehr zu dulden, folgende wenige Ratschläge:

Bekanntlich ist der Winterhimmel in den Abendstunden reicher mit auffälligen Sternbildern geschmückt als der der warmen Frühlings- und Sommernächte. Wiewohl das eine Unbequemlichkeit eben wegen des minder behaglichen Aufenthaltes im Freien während der Abendstunden bildet, paßt es doch zu unserem übrigen Lehrgang, der aus den S. 42 berührten Gründen in jedem Schuljahr wieder vom Herbstäquinoktium ausgeht. Es läßt sich dann z. B., nachdem der große Bär zu jeder Jahreszeit am Himmel gesehen werden konnte und hoffentlich von allen Schülern längst wirklich gesehen worden war, wogegen sie vom Orion günstigenfalls nur Abbildungen in ihrem Schulbuch erblickt und von der Pracht seines Anblickes gehört haben, die Aufmerksamkeit spannen und um das Ende der Sommerferien eine Art Sehnsucht erwecken, dieses prächtigste aller Sternbilder auch in Wirklichkeit zu sehen. Wann, wo wird es zu sehen sein? Vielleicht gibt uns, wenn wir uns sonst hinreichend mit dem Globus und seinem Drehen längs der „Stundenscheibe“ vertraut gemacht haben, dieser die Antworten: Orion [genauer: der nahezu im Himmelsäquator stehende nördlichste der drei Gürtelsterne] geht im Ostpunkt auf

Anfangs September um 12^h Nachts

„ Oktober um 10^h „

„ November um 8^h Abends

„ Dezember um 6^h „

Orion schmückt also im Dezember den Himmel schon in den Abendstunden, während deren wir auch ohne besondere astronomische Absichten noch wach zu sein pflegen. Dann im Januar und Februar bis hinein in den März das den Orion mit einschließende herrliche „Große Sechseck“ (dessen Abbildung wir aus EPSTEINS Geonomie, die 12 solche blaue Blätter enthält, in unsere „Unterstufe der Naturlehre“ auf-

KOPPE) als eine dankbare Aufgabe für kundige Astronomen und Lehrer wärmstens empfehle, füge ich hier nur das Bedauern bei, daß so viele dieser Bemühungen (z. B. ein in den achtziger Jahren von LETOSCHEK erfundenes, vom geozentrischen zum heliozentrischen System planvoll hinüberleitendes Tellurium) über den engen Kreis der Schüler und Bekannten des Erfinders nicht hinausdringen und daher bald wieder vergessen zu werden pflegen.

Tafel XII aus Epstein, Geonomie
und Fig. 275 aus Höfler, Unterstufe der Naturlehre



**In gleicher Ausführung enthält Epsteins Geonomie
folgende zwölf Tafeln I–XII:**

- I: Der große Bär, Drache, kleiner Bär, Cepheus**
- II: Cassiopeja, Cepheus, Fuhrmann, Perseus, Plejaden, Stier**
- III: Zwillinge, Löwe, Krebs**
- IV: Bootes, Krone, Herkules, Leier, ϵ Lyrae**
- V: Schwan, Pegasus, Andromeda**
- VI: Perseusmythus, Andromeda-Nebel**
- VII: Walfisch, Kopf des Widders, Fische**
- VIII: Orion, Nebel des Orion, kleiner Hund**
- IX: Oberkörper der Hydra, Jungfrau, Rabe, Wage**
- X: Schlange, Schlangenträger, Adler, Delphin**
- XI: Großer Hund, Skorpion, Schütze, Wassermann, Fomalhaut, Steinbock**
- XII: Das große Sechseck. Lage des Nordpols**

genommen haben, namentlich weil sie auch Bär und Cassiopeia bringt). Dann gegen Ende April und Anfang Mai beobachten wir das Verschwinden des Orion in der Abenddämmerung. Nun während der Monate Mai, Juni, Juli die Unmöglichkeit, den Orion zu sehen, gerade weil wir ihn den ganzen Tag über „vor Augen haben“ – aber eben leider am Tageshimmel, also das Licht auch des glänzendsten aller Fixsterne, des Sirius, unmerklich schwach im Vergleich zur allgemeinen Helligkeit der sonnenbelegten Luft. Daran anschließend vielleicht erste Mitteilungen über die Bedeutung, die die Ägypter dem Wiedererscheinen des Sirius in der Morgendämmerung, „dem heliakischen Aufgang“¹⁾, beigelegt hatten. Und hiernach die Erklärung des Wortes „Hundstage“ nach diesem Wiedersichtbarwerden des „großen Hundes“ vor Anbruch der heißesten Tage; hier vielleicht gar schon eine kleine Belastungsprobe des kausalen Denkens, nämlich die Prüfung jenes *Post hoc, ergo propter hoc* der Alten, daß der große Hund die große Hitze „mache“. – Und ähnlich wohl noch gar manche Nebenbetrachtungen, wie sie sich dem der Geschichte astronomischer Kenntnisse und – Wahngedanken kundigen Lehrer von allen Seiten so reichlich aufdrängen, daß ihm gewiß nur die Wahl wehtut, was davon er in der Schule nicht oder noch nicht zur Sprache bringen dürfe (so werden die interessanten Schlüsse aus den Änderungen des heliakischen Aufganges des Sirius auf Änderungen der Schiefe der Ekliptik seit den ägyptischen Tempelbauten, die nach jenem Aufgang des Sirius orientiert waren, gewiß bestenfalls den obersten Jahrgängen aufzusparen sein).

Es war hier absichtlich zuerst die Rede von einigen Zugaben, die sich eine planmäßig gepflegte Aufmunterung zu immer wiederholtem Beobachten des Sternenhimmels und seiner allmählichen Lagenänderungen gegen den Horizont der Heimat im Laufe eines ersten Beobachtungsjahres erlauben kann, aber keineswegs muß. Denn, wie gesagt, es liegen für das, was im Unterschied von solchen Zugaben das tägliche Brot der Fixsternbeobachtungen für den 13 jährigen Anfänger bilden soll, längst ausgezeichnete Ratschläge vor, zwischen denen der Lehrer selbst wieder wählen kann.

Es sei daher gestattet, für das Folgende von der ganz speziellen Annahme auszugehen, daß sich der Schüler, zum Teil unabhängig vom Schulunterrichte, durch diesen aber jedenfalls auf alle Art in seinem löblichen Bestreben ermuntert und zur Beharrlichkeit ermutigt, seine „erste Orientierung am Fixsternhimmel“ ganz aus und während seiner Beschäftigung mit dem Zusammenkleben seines Himmelsglobus aus den Modelliernetzen und dem

1) GNAU II, S. 31 gibt lebhaft Schilderungen über den „alljährlich mit Spannung erwarteten Aufgang des Sirius“, über die 1460 Jahre lange „Hundstern- oder Sothisperiode der Ägypter“ usw.

Aussagen des Gestelles mittels der Laubsäge erworben hat. Schon das richtige Zusammen- und Aufstellen des Gestelles nach den Hauptrichtungen des Horizonts, das Einstellen des Globus auf die Stundenscheibe und das Drehen im richtigen Sinne von Ost über Süd nach West usf. ist dann ein Stück astronomischer Übungen, die, wie kindlich sie auch sind, doch den Knaben zwingen, von seinem Apparat zum wirklichen Himmel hinauf und von diesem wieder auf jenen herabzublicken und auf die Beziehungen von Wirklichkeit und Modell ununterbrochen zu achten.

Wir würden fürchten, den Leser zu ermüden durch die ganze Menge didaktischer Ratschläge bis ins einzelste, die sich daraus ergeben würden, daß wir einem solchen eifrigen jungen Benützer des bescheidenen Lehrmittels seine hiebei zu machenden einzelnen Erfahrungen unsererseits ablernen und für künftige Nachahmung aufschreiben. Werden sich doch diese Erfahrungen auch in jedem einzelnen Falle wieder etwas anders bei je zwei Jungen einstellen und für das weitere Forschen ergiebig machen. Nur soviel sei als Probe für jenes Handinhandgehen der Beschäftigung mit dem Globus und dem wirklichen Himmel angeführt, daß man es dem Kinde, wenn es etwa die Mappe mit den Modelliernetzen und den Laubsägemustern als Weihnachtsgeschenk erhält, sogleich zur Pflicht macht, nicht eher die Sterne eines Sternbildes am Papierglobus durchzustechen und von innen heraus zu betrachten, als bis es das wirkliche Sternbild am wirklichen Himmel aufgefunden hat. Nachdem es nun auf der äußeren Seite des Globus das Sternbild zu seiner Überraschung in verkehrter Anordnung (z. B. beim großen Wagen die Deichsel „nach rechts“, statt wie in Wirklichkeit „nach links“ gewendet) aufgefunden hat, führt diese Überraschung dann von selbst zur lehrreichen Betrachtung über symmetrische Inversion, und es fällt gewiß keinem Kinde schwer, einzusehen, daß und warum jeder von außen betrachtete Himmelsglobus solche verkehrte Bilder zeigen muß und nur der von innen zu betrachtende alles richtig so zeigt, wie es an der Himmelslocke über uns, innerhalb deren wir ja stehen, angeordnet ist.

Verfährt also der Schüler so, wie er in der oben erwähnten „Anleitung“ ausführlich lesen kann, so könnte er zum Durchsehen aller Sternbilder und zu dem ihm folgenden Durchstechen an seinem Globus günstigsten Falles nach einem halben Jahr gekommen sein. Da aber wahrscheinlich dann noch immer einige Sterne nicht gesehen und ihre Abbilder nicht durchstoichen sein werden, so bleibt sein Globus eine Mahnung, die fehlenden im dritten halben Jahre nachzutragen. — Ob man sich von irgendwelcher Seite, die etwa auf eine „Erste Orientierung am Fixsternhimmel“, trotzdem sie jetzt auch durch die Lehrpläne

verlangt ist, nicht unmittelbar Wert legen sollte, zur Rechtfertigung noch auf wirkliche, einem Durchschnittsschüler unüberwindliche Schwierigkeiten wird berufen können und wollen? Unsererseits meinen wir, es gibt künftighin keine triftige Ausrede mehr für das beschämende Fehlen einer solchen ersten Orientierung bei fast allen unseren bisherigen Schülern!

Nur eine Forderung, die sich ebenso sachlich wie didaktisch von selbst versteht, sei hinsichtlich der „ersten Orientierung am Fixsternhimmel“ hier noch ausdrücklich ausgesprochen: daß diese ein auch für den Schüler deutlich erkennbares Ziel haben soll. Und als dieses liegt für eine „erste Orientierung“ (also für die Unterstufe, auf der von Astrophysik als solcher mit ihren Fixsternklassen, Spektren usw. noch nicht die Rede sein kann) nichts näher als die besondere Vertrautheit mit den Sternbildern des Tierkreises, der „Zone der Ekliptik“¹⁾ – also

1) ONAU II, S. 18: „Ein gutes Hilfsmittel ist die von der kartographischen Anstalt Freytag und Berndt in Wien herausgegebene Karte 'Zone der Ekliptik' von NABELEK, die, auf dem Korridor der Lehranstalt aufgehängt, den vorbeigehenden Schülern die Stellung der Sonne und auch der Planeten durch verschiebbare weiße Plättchen sichtbar macht.“ – Auf briefliche Anfrage bei Herrn Schulrat Prof. Dr. Fr. NABELEK, Kremsier (Mähren) teilt mir dieser mit: „Für die Förderung des astronomischen Unterrichtes habe ich herausgegeben im Selbstverlag: Wandkarte des nördl. Sternhimmels bis 40° südl. Dekl. 190 × 190 cm; Preis: 30 K. – Zone der Ekliptik 450 × 90 cm bis 35° nördl. und – 35° südl. Breite; Preis: 30 K. – Wandkarte des südlichen Sternhimmels bis 40° nördl. Dekl. 190 × 190 cm; Preis: 30 K. – alle Farbendruck, auf Leinwand gespannt. Der nördl. Sternhimmel bis 40° südl. Dekl. 45 × 45 cm auf Leinwand gespannt in Taschenformat, Farbendruck 1,40 K., ein Deckbogen dazu, der Horizont, 20 h. – 'Die Himmelsuhr', eine „Anleitung, den gestirnten Himmel als Kalender und als Uhr zu gebrauchen“.

Abb. 37.



Auch schon der Modellierbogen des Globus (Abb. 37) kann in Ermangelung anderer Bilder des Sternenhimmels, namentlich auch der Zone der Ekliptik, als Lehrmittel dienen und wird daher auf Verlangen von dem Verlag B. G. Teubner direkt (auch ohne Kreisteilungen und Laubsägemuster) abgegeben.

Vgl. auch die KOPPEsche Karte mit den Koordinatensystemen des Äquators und der Ekliptik unten bei S. 320.

ganz wie in dem oben, S. 175, Anm. skizzierten Lehrgang von BOTTCHEr. So stellt sich vor allem (schon sozusagen äußerlich-didaktisch) die Verbindung her zwischen dem auf die Sonne eingeschränkten Lehrstoffe der ersten zwei Jahrgänge und dem Hauptstoff des dritten Jahrganges, den Fixsternen. Aus eben dieser Verbindung aber ergibt sich auch schon von selbst der dritte der im Titel des § 10 genannten astronomischen Lehrstoffe des dritten Jahrganges, die „Bewegung der Sonne im Tierkreise“, dem wir ebenso wegen seiner sachlichen Wichtigkeit wie wegen seiner eigentümlichen didaktischen Schwierigkeiten den folgenden Paragraphen eigens widmen.

§ 12. Die jährliche Bewegung der Sonne im Tierkreis.

Es wird nicht zuviel behauptet sein, wenn man die nach jeder Hinsicht klare und deutliche Vorstellung von der Lage der Ekliptik (im geozentrischen Sinne) am wirklichen Nacht- und Tageshimmel als eine der unerläßlichsten Voraussetzungen für jedwedes wirkliche astronomische Wissen bezeichnet – aber auch behauptet, daß dieses Wissen fast ganz allgemein – eben nicht wirklich vorhanden ist. Die hierüber schon oben (S. 7) geführten Klagen sind hier nicht zu wiederholen, geschweige auszudehnen – dafür aber ist um so gewissenhafter zu überlegen, wie denn den unleugbar vorhandenen Schwierigkeiten, die mit eine Ursache dieser beschämenden allgemeinen Unwissenheit sind, durch didaktisch zweck- und planmäßiges Vorgehen abgeholfen werden kann. Welches die nächstliegenden Fehler sind, die der Lehrer hiebei zu vermeiden hat, wird sich aus den positiven Vorschlägen hiebei von selbst ergeben. Doch mag auch hier die Form der Warnung mit der des positiven Rates wechseln. Das Erste, was der Lehrer mit sich selbst ins reine bringen muß¹⁾,

1) Daß selbst bei Lehrbuchverfassern in Sachen der Ekliptik nicht alles „im reinen“ ist, zeigt der von DR. AD. JOS. PICK (1887 in Dittes Pädagogium) aus einem „der in Österreich approbierten Lehrtexte für Geographie“ mitgeteilte Satz: „Die Ebene der scheinbaren Sonnenbahn (der Ekliptik) und die Ebene der Erdbahn fallen nicht zusammen, sondern schließen einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ein.“ PICK fügt hinzu: „Das ist wahrlich das Ungeheuerlichste, was man sich denken kann.“ – In der Tat heißt das zu sehr zwischen Sonnenbahn und Erdbahn „unterscheiden“, wenn dieselbe Ebene mit sich selber „einen Winkel einschließen“ soll... Leider hat unsere „Blütenlese“ (Anhang III) noch manches zu bringen, was der hier vorweggenommenen „Blüte“ kaum nachsteht an – scharfem Geruch...

wenn er den Schüler mit dem Begriffe Ekliptik wirklich bekannt und vertraut machen will, ist der Vorsatz, im Anfange sich durchaus auf den geozentrischen Sinn des Wortes „Ekliptik“ zu beschränken und jedes Vorwegnehmen der heliozentrischen Bedeutung: „Ebene der Bahn der Erde um die Sonne“ sich gewissenhaft noch eine Zeitlang zu versagen und den Schüler mit ihr zu verschonen, bis eben die Zeit für seine Einführung in das System des Kopernikus gekommen ist. Also fürs erste, nämlich für unseren III. Jhg., nicht mehr, als was sich schon die Alten unter „Ekliptik“ gedacht hatten. — Hier aber würde das Ausgehen von der Deutung des Namens „Linie der Finsternisse“ (ἐκλειψις) schon wieder eine Spaltung der Aufmerksamkeit zwischen dem Laufe der Sonne und des Mondes verlangen, die wir dem Schüler fürs allererste noch ersparen wollen, wie interessant und vielfach lehrreich sie ihm auch bald nach Erwerbung des vereinfachenden Begriffes „Jahresbahn der Sonne am Fixsternhimmel“ werden wird. So sehr wir selbst schon im § 10 empfohlen haben, auf diese Bewegung der Sonne zwischen den Fixsternen den Schüler dadurch vorzubereiten, daß wir ihn die Bewegung des Mondes¹⁾ zwischen den Fixsternen mit leiblichen Augen sehen lassen, so wird es für das Konzentrieren des geistigen Blickes auf die relative Bewegung zwischen Sonne und Fixsternhimmel doch geraten sein, sich nun wirklich noch ganz auf diese zwei Dinge, die Sonne und den Fixsternhimmel, solange einzuschränken, bis Entgleisungen des Schülers in andere, wenn auch parallel gehende Gedankenbahnen (nämlich Nebengedanken an die Mond- und Planetenbahnen) ganz bestimmt ausgeschlossen sind.

Wir versuchen nicht alle oder auch nur einige Wendungen, deren sich der mündliche Unterricht bedienen kann, um diese Bewegung der Sonne zwischen den Fixsternen hindurch, die das leibliche Auge bei Tag neben der Sonne eben nicht erblickt, dem Schüler dennoch mit aller Kraft anschaulich zu machen. Erst nachdem dies dem mündlichen Unterrichte gelungen ist, kann ein Lehrtext, wie der im folgenden aus unserer „Unterstufe der Naturlehre“ wiedergegebene, dem Schüler helfen, das aus jenen Veranschaulichungen gewonnene Bild von der Sonnenbahn am Himmel mehr und mehr in sich zu befestigen. Immerhin aber wird dieser Lehrtext erkennen lassen, an welchen Stellen der mündliche Unterricht das Gerippe des Gedankenganges mit den unentbehrlichen

1) Auch GNAU II, S. 16 empfiehlt, „erst die dem Augenschein nach analoge, auffälligere Bewegung des zwischen den Sternen sichtbaren Mondes zu studieren“ usw.

Veranschaulichungen zu umkleiden und zu beleben hat. — Unmittelbar an die das Ende des § 178 bildenden Gedächtnisverse „*Sunt aries...*“ (vgl. oben S. 171) schließt sich:

„179. Die jährliche Bewegung der Sonne im Tierkreise. Da der Fixsternhimmel der Sonne täglich um 4 Minuten in der Richtung von Ost (über Süd) nach West vorseilt (§ 177), so bleibt die Sonne in 1 Tag um 4 Minuten, in 2 Tagen um 8 Minuten, in 15 Tagen um 60 Minuten = 1 Stunde, in 30 Tagen = 1 Monat um 2 Stunden, in 12 Monaten = 1 Jahr um 24 Stunden = 1 Tag hinter den Fixsternen zurück; oder: Während eines Jahres (= $365\frac{1}{4}$ Sonnentagen = $366\frac{1}{4}$ Sterntagen) bewegt sich die Sonne einmal in bezug auf den Fixsternhimmel in der Richtung von West (über Süd) nach Ost, und zwar längs eines größten Kreises am Fixsternhimmel, welcher Tierkreis (Elliptik) heißt. Die Ebene dieses Kreises schließt mit der des Himmelsäquators einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ein. — Die Punkte, in welchen Tierkreis und Himmelsäquator einander schneiden, heißen **Frühlings-** und **Herbstpunkt**; im Frühlingspunkte der Himmelskugel sieht man die Sonne am 21. März, im Herbstpunkte am 23. September.

Der Tierkreis wird vom Frühlingspunkte aus in zwölf gleiche Teile eingeteilt, deren jeder somit eine Bogenlänge von 30° einnimmt und „Tierzeichen“¹⁾ genannt wird. Sucht man ihre Lage an der Himmelskugel (einem Himmelsglobus, vgl. Fig. 278) auf, so findet man, daß sie in der Nähe der im vorigen Paragraph genannten zwölf Sternbilder liegen. Man sagt deshalb auch: Die Sonne tritt am 21. März in das Tierzeichen des Widbers (so heißt nämlich der 30° lange Bogen des Tierkreises vom Frühlingspunkte an, im Sinne West-Süd-Ost gezählt; dieses Tierzeichen des Widbers lag vor 2000 Jahren im Sternbilde des Widbers und liegt gegenwärtig im Sternbilde der Fische); die Sonne tritt am 21. Juni in das Tierzeichen des Krebses, am 23. September in das der Waage, am 22. Dezember in das des Steinbockes.

*Versuch: Bringe beim Frühlingspunkt eines Himmelsglobus eine Marke (z. B. einen Reißnagel) an, drehe den Globus im Sinne OSW und beachte, daß die Marke einen mit dem Himmelsäquator kongruenten Kreis, und somit eine ähnliche Bahn beschreibt wie die Sonne am 21. März. Bringe dann die Marke um 30° weiter östlich im Tierkreise an, wobei du bemerkest, daß dieser Punkt näher beim Nordpol des Globus liegt, und drehe wieder den Globus wie früher: Die Marke bewegt sich dann in einem dem Nordpol näher liegenden Parallelkreis, also ähnlich wie die Sonne am 21. April, uff. — Wir erkennen so die Bewegung, welche die Sonne in bezug auf die Erde jährlich in einer Schraubenbahn (§ 176) aus-

1) Vgl. über die Vorschläge, die „Tierzeichen“ ganz auszuschalten, oben S. 171, 172 Anm.

zuführen scheint, als zusammengesetzt (§ 87) aus der Bewegung, welche die Sonne in bezug auf den Fixsternhimmel längs des Tierkreises, und der Bewegung, welche der Fixsternhimmel in bezug auf die Erde ausführt.

Da man die Fixsterne, zwischen welchen hindurch sich die Sonne jeweilig bewegt, wegen des blendenden Tageslichtes nicht bemerken kann, mußte man die vorhin beschriebene Lage des Tierkreises am Himmel erschließen aus den Stellungen, welche der Fixsternhimmel jeweilig ein halbes Jahr früher zur Nachtzeit gehabt hatte. (So zeigt nach Fig. 278 der Himmel dieselbe Stellung am 23. September um 2^h morgens und am 21. März um 2^h nachmittags usw.) — Hat man sich aber einmal aus unmittelbaren Beobachtungen der Bewegung des Mondes von Nacht zu Nacht ein Bild der Mondbahn eingeprägt, so gibt dieses zugleich ein annäherndes Bild der Sonnenbahn, des Tierkreises, da der Mond sich von diesem nie um mehr als um 5° (d. i. etwa das Zehnfache seiner eigenen Breite) entfernt.

Aus der Tafel (Fig. 275)¹⁾ ersieht man, daß derjenige Teil des Tierkreises, welcher am meisten vom Himmelsäquator gegen den Himmelsnordpol hin absteht, oberhalb des Orion liegt (wo ist in jener Zeichnung der Punkt ☉?). Präge dir so durch wiederholte Vergleichung mit Himmelsglobus und Sternkarte allmählich die Lage des Tierkreises am wirklichen Himmel gut ein, bis du dir die Lage dieses Kreises in bezug auf Himmelsäquator und Horizont zu verschiedenen Stunden des Tages und Jahres wenigstens annähernd vorzustellen vermagst!"

Wieder muß es ganz dem Lehrer überlassen bleiben, wie er diesen letzten, dem Schüler durch das Lehrbuch erteilten Rat mit ihm im lebendigen Unterricht verwirklicht. Wir fügen nur hinzu, daß es nicht nur die „Lage“ des Ekliptikkreises in bezug auf den Himmelsäquator und seine jeweilige „Lage“ in bezug auf den Horizont einzuprägen und geläufig zu machen gilt, sondern daß der Schüler es soweit bringen sollte, sich auch die Bewegungen dieses Ekliptikkreises, sein Übergehen aus einer jener Lagen in die andere, seine bald steile, nach 12 Stunden flache Stellung zum Horizont, anschaulich vorstellen zu lernen: eine allerdings nicht mehr ganz leichte und doch nicht zu umgehende Forderung.

Man kann sich natürlich helfen mittels des nächstbesten Faßreifens, den man an den Enden eines Durchmessers mit den Händen festhält und ihn mit diesen langsam dieselben Änderungen seiner Ebene ausführen läßt, die vielleicht der Knabe an seinem Spielreifen schon längst schnell sich abspielen sah, wenn dieser, ehe er sich auf die ebene Erde legte, noch einige tanzende Bewegungen ausführte (diese vielleicht

1) Es ist die oben (S. 180) beigegebene schöne Tafel (ebenfalls blauer Grund mit weißen Sternen und Linien) aus EPSTEINS „Geonomie“.

noch besser zu zeigen an einem runden Holzteller oder einer Münze, die man zuerst um ihren vertikalen Durchmesser hatte drehen und dann weiter in den bekannten verschlungenen Bewegungen hatte tanzen lassen).

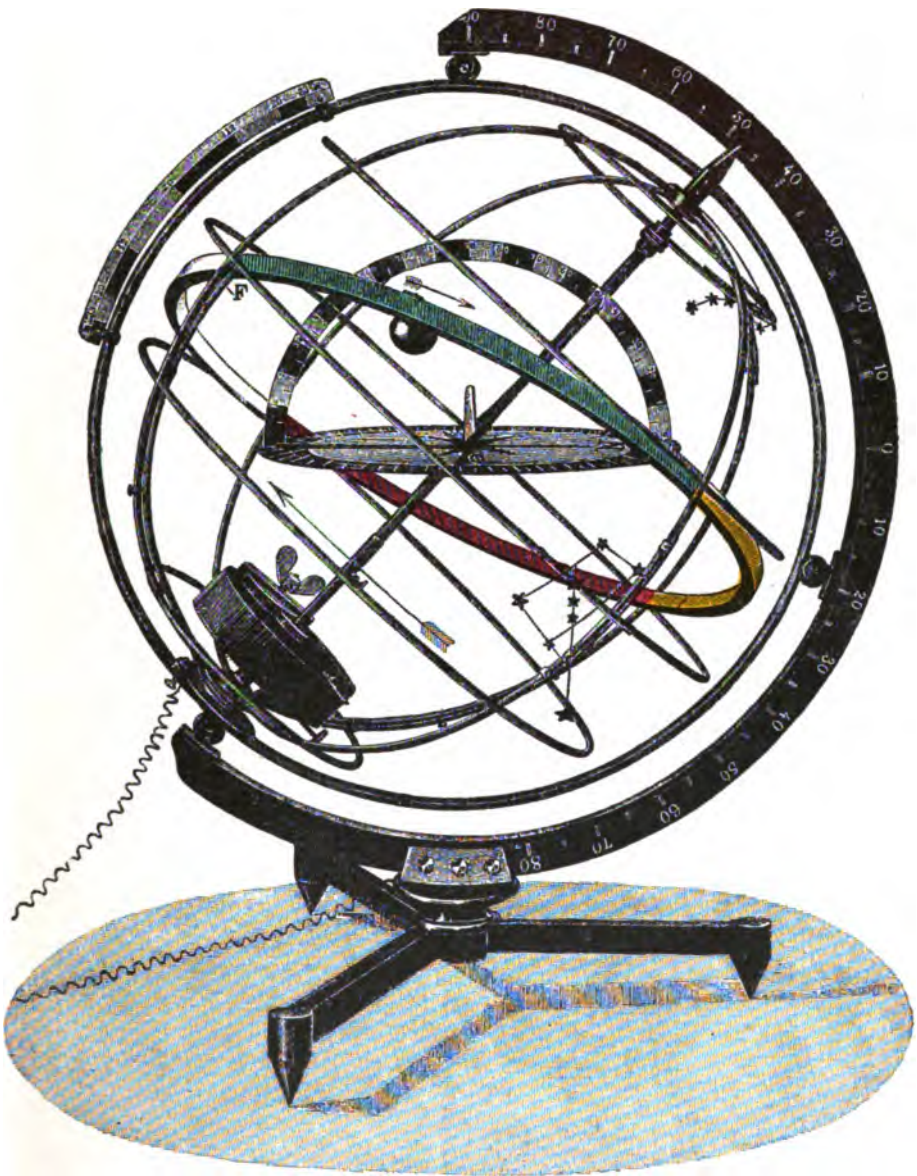
Gesetzt aber auch, es säße nun das Anschauungsbild eines solchen größten Kreises mit seinen Bewegungen fest, so gilt es überdies noch, die Bewegung der Sonne längs dieses Kreises anschaulich werden und sich in der Vorstellung festsetzen zu lassen. Daß diese Anschauung am besten durch den Mond vorbereitet wurde, ist schon mehrmals gesagt worden (S. 152 u. a.). Aber auch hier muß das physisch vorbereitete Bild schließlich zu geometrisch-phoronomischer Bestimmtheit abgeklärt und verfestigt werden. Wieder eine Aufgabe, die man als für einen Schüler der mittleren, wenn nicht gar auch der oberen Klassen für zu schwierig erklären könnte — wenn man nicht mit eben diesem mutlosen Verzicht auch überhaupt resignierte auf eine Behandlung gerade dieses folgenreichsten Stückes des ganzen astronomischen Lehrganges nach den Grundsätzen eines Wirklichkeitsunterrichtes. Da wir aber, das nun und nimmer wollen, so wird der Unterricht weiter sinnem müssen auf Anschauungsmittel, über deren eines V. 1889 folgendes mitteilte:

„Da aber wie gesagt schon das rein Geometrische der Vorstellung eines solchen größten Kreises, welcher zugleich das jährliche Zurückbleiben der Sonne hinter den Fixsternen (Bewegung in der Rektaszension) und ihr jährliches Pendeln nördlich und südlich vom Himmelsäquator (Bewegung in der Deklination) zusammenfaßt, keine kleine Anforderung an die Raumphantasie stellt, so schien es mir wünschenswert, gerade diese phoronomische Zusammensetzung an einem besonderen „**Eklptik-apparat**“ (Fig. 2) [im V. 1889, die Abbildung im Anh. II, S. 372 — nebenstehende Abb. 38 nach einem später angefertigten, verbesserten Apparat¹⁾] zur Darstellung zu bringen.

Dieser ist nach Gestalt und Leistungen zunächst eine „Armillaarsphäre“, d. h. er stellt die vier durch die Äquinoktial- und Solstitialpunkte gehenden Meridiane (Kolure) nebst Himmelsäquator, Wende- und Polarkreisen dar. Das Ganze kann durch ein Uhrwerk im Sinne der täglichen Drehung des Fixsternhimmels (O.-S.-W.) in langsame, gleichförmige Drehung versetzt werden. Eine im Mittelpunkt anzubringende Horizontscheibe oder ein Erdglobus können an dieser Drehung teilnehmen oder in Ruhe gehalten werden. — Neu an dem Apparate ist meines Wissens die Einrichtung, daß an einer Eklptik [ebenfalls in den vier Farben

1) Über seinen Bezug gibt Auskunft die Lehrmittelhandlung W. J. Rohrbecks Nachfolger, Wien I, Kärntnerstraße 59.

Abb. 38.



Vgl. mit Abb. 38 die Abb. 36 (S. 177) und die Bemerkung über die Größenverhältnisse (der Ekliptikapparat etwa dreimal so groß als der Himmelsglobus).

grün, gelb, rot, weiß, entsprechend den vier Jahreszeiten, wie Abb. 20, 21, 22, S. 127] eine „Sonne“, d. i. ein gegen die Mitte gerichteter Hohlspiegel mit einem elektrischen Glühlämpchen, während $13\frac{1}{4}$ O.-S.-W.-Drehungen des Fixsternhimmels einmal im Sinne W.-S.-O. fort-schreitet (— wie diese Bewegung ebenfalls seitens des Uhrwerkes selbsttätig bewirkt wird, vgl. Ztschr. f. d. physikal. u. chem. Unterr., Jhg. II (1889), S. 169). — Ist dann der Apparat zuerst für die Polhöhe von Wien eingestellt und stand die „Sonne“ zu Beginn der Bewegung im Frühlingspunkt, so geht sie im Ostpunkte auf, kulminiert 42° über dem Horizont (— an der Horizontscheibe sind die Längen und Richtungen des Schattens zu beobachten, dessen Ende eine Gerade beschreibt —), geht nahe dem Westpunkte unter usf. Während einer Umdrehung des Fixsternhimmels ist dann die Sonne bereits an eine dem Nordpol des Apparates nähere Stelle gelangt, kulminiert also höher als 42° usf. — Stellt man den Apparat auf die Polhöhe des nördlichen Polarkreises ein, so läßt sich die Mitternachtssonne im Sommersolstitium zeigen, bei Einstellung für den Äquator das steile Auf- und Untergehen, das Kulminieren im Zenith usw. — also alle scheinbaren Bewegungen, wie sie sich aus den jährlichen west-östlichen Bewegungen der Sonne in bezug auf den Fixsternhimmel und dessen täglicher ostwestlichen Bewegung ergeben. — Auch alle Bewegungen des Mondes können so ihre Darstellung in erster Annäherung finden.“

Es wird keiner Versicherung mehr bedürfen, daß wir auch dieses Lehrmittel erst nach der Erfassung der Erscheinungen am Himmel selbst, nur als ihre Zusammenfassung und Fixierung für die Raumphantasie verwendet wissen wollen; die gegen einen Rückfall in die „Tellurium“-(oder in eine Armillarsphären-) Methode eingelegte Verwahrung wäre ja vom Schraubenbahnmodell (S. 127) fast wörtlich zu übertragen auf den Ekliptikapparat.

Eben deshalb sei es auch gestattet, die zahlreichen anderen, in ihren Absichten mehr oder weniger ähnlichen und in ihrer Art vortrefflichen Apparate (z. B. den von Dr. WILHELM SCHMIDT, den verbreiteten Mangschen Universalapparat u. s. f. — vgl. auch oben S. 180 Anm.) hier nicht näher zu beschreiben und zu erörtern. Wären hier ja doch auch die nach ganz anderer Richtung ins Große gehenden Einrichtungen der „Urania“ z. B. in Berlin und Wien zu nennen, für deren Ausgestaltung ich mir künftige Vorschläge vorbehalte. —

Für jetzt haben wir uns noch den folgenden grundsätzlichen Restfragen eines echten astronomischen Wirklichkeitsunterrichtes in unserem III. Jahrgange, dem ersten astronomischen, zuzuwenden; wir kehren mit ihnen nochmals zum Monde zurück.

**§ 13. Die „wirkliche“ Bewegung des Mondes um die Erde.
Überleitung von den anschaulich-scheinbaren Raummaßen zu den
unanschaulich-astronomischen und von den „scheinbaren“ zu den
„wirklichen“ Bewegungen überhaupt.**

Wie wir die erste Einladung an den Schüler, seinen Blick regel- und planmäßig zum Abendhimmel emporzuwenden, uns vom Mond versprochen haben (S. 155 ff.), und durch die Verschiebungen des Mondes am Sternenhimmel uns auch zur Bekanntschaft mit einigen Sternbildern und zuletzt mit der Bewegung der Sonne im Tierkreis hinleiten ließen, so wird nun am Ende dieses unseres III. Jahrganges auch zum großen Thema des IV. Jhgs., zur begründeten Unterscheidung „scheinbarer“ und „wirklicher Bewegungen“, am natürlichsten durch den Mond hinübergeleitet.

Abb. 39.

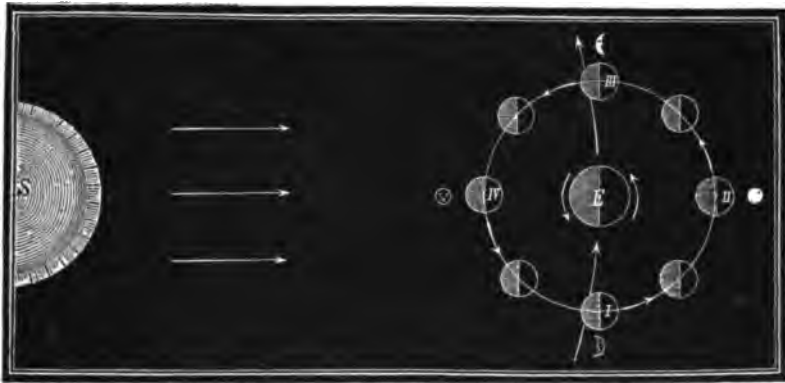


Fig. 286 aus der „Unterstufe der Naturlehre“.

Freilich – wenn es sich um nichts anderes und nicht mehr handelte, als auch dieses Stück astronomischer Wahrheiten, „der Mond bewegt sich binnen $27\frac{1}{3}$ Tagen in einer nahezu kreisförmigen Ellipse um die Erde usw.“, dem Schüler dogmatisch mitzuteilen und daraus keine weiteren didaktischen Nutzenwendungen zu ziehen, so hätte diese Erklärung schon eine oder zwei Stunden, nachdem wir mit der Beschreibung der Phasen und Bewegungen des Mondes begonnen hatten, in kurzem miterledigt werden können. Die bekannte Figur, Abb. 39, erlaubt ja alles, was im einzelnen zur Erklärung der Phasen zu sagen ist, fast mühelos abzulesen; und da von dieser Zeichnung eher als von den meisten übrigen zeichnerischen Darstellungen astronomischer Verhältnisse zu erwarten ist, daß sie der Schüler sozusagen vergrößert am Himmel in den

tatsächlichen Erscheinungen wiedererkennt, so möchte in der Tat einem Unterricht, der in seinen didaktischen Absichten einigermaßen genügsam ist, hier weiter nichts zu tun und zu wünschen bleiben als das fleißige Einüben eben dieser Zeichnung und der Antworten auf Fragen: Welche dieser Stellungen des Mondes zur Sonne und zur Erde entspricht dem Neumond, dem Vollmond, dem ersten Viertel usw.?

Sollte aber nicht eine etwas anspruchsvollere, wirklich realistische (wenn auch nicht sogleich „naturwissenschaftliche“) Didaktik sich bewußt werden, daß bei einem solchen „Absolvieren“ der Lehre vom Mond auch schon auf der Unterstufe, also noch bei weitestgehendem Verzicht auf alle feineren quantitativen Einzelheiten (namentlich auf die Abweichung der Mondbahn von einem Kreis, auf ihre Neigung gegen die Ekliptik um 5° , geschweige das Wandern der Knoten u. dgl. m.), doch schon psychologisch überaus wichtige und fruchtbare Übergänge unausgenützt geblieben und infolgedessen auch rein gegenständliche Sprünge in den Anschauungs- und Gedankengang gekommen seien, die schließlich den ganzen Unterricht der herkömmlichen Dogmatik viel weniger weit entrücken, als es ein Wirklichkeitsunterricht der Himmelserscheinungen anstreben muß?

Dieses grundsätzliche Bedenken spitzt sich angesichts des Dogmas von der „wirklichen Bewegung des Mondes um die Erde in einem Kreis von 50000 Meilen Halbmesser usw.“ auf folgende Fragen zu: Darf man dem Schüler überhaupt schon die Versicherung geben, der Mond bewege sich „wirklich“ um die Erde, ehe man in ihm nicht wenigstens einige erste Zweifel angeregt hat, daß und warum sich nicht ebenso „wirklich“ auch die Sonne um die Erde bewege? Denn bisher hatten wir ja beide Gestirne annähernd gleiche Bewegungen, nur die Sonne etwa 13mal so langsam als der Mond, längs annähernd derselben Bahn im Tierkreisgürtel vollziehen sehen. Diesem Anblick geben wir für die Sonne erst im nächsten Jahr die kühne Umdeutung aus dem geozentrischen in das heliozentrische System. Warum denn aber dann nicht auch für den Mond etwas Analoges? Die Antwort auf solche feinere didaktische Fragen kann nur der Rat sein, daß man auch noch zu Ende unseres III. Jahrganges von diesem „Der Mond bewegt sich »wirklich« um die Erde“ einstweilen noch kein Aufhebens mache. Nicht als ob man darum diesen Satz vor dem Schüler nicht aussprechen sollte; aber er hat nur für diesen

einstweilen eben kein weiteres Interesse, so wenig wie irgend etwas anderes ihm ganz oder nahezu scheinbar oder wirklich Selbstverständliches. Daß wir später von jenem Satz nichts zurückzunehmen gedenken, trifft sich ja gut; wissenschaftlich ist das ganz willkommen, didaktisch aber nicht weiter erträgnisreich.

Wohl aber könnte und sollte diese „wirkliche Bewegung des Mondes“, ja schon jener Abstand von 50000 Meilen¹⁾, dem psychologisch vorsichtigen Lehrer ein didaktisch fruchtbarer Anlaß werden, sich wieder einmal um den bis jetzt, an der Grenze zwischen Unter- und Mittelstufe des mathematischen Unterrichtes, erreichten Stand der Raumanschauungen und der Raumbegriffe²⁾ seines noch immer kindlichen Astronomieschülers zu bekümmern. „Fünzigtausend Meilen“, das ist leicht gesprochen und noch leichter geschrieben; aber was denkt sich das Kind dabei? Soviel wie nichts; denn sogar dem Erwachsenen fehlen schon hier, bei dieser kleinsten der astronomischen Hauptzahlen³⁾, alle noch eigentlich so zu nennenden Raum-Anschauungen.

1) Diese Zahl, 50 000 Meilen Mondabstand, sollte, ebenso wie später die Zahl 20 000 000 Meilen Sonnenabstand, neben den Kilometerzahlen $380 \cdot 10^6$ bzw. $150 \cdot 10^6$ nicht unerwähnt bleiben oder vergessen werden. Denn erstere prägen sich schon als zufällig recht gute Abrundungen leicht und für immer ein. Auch daß $20 \cdot 10^6 = 50 \cdot 10^5 > 400$, merkt sich leicht und ladet ein zu einer Mitteilung über die lehrreiche Methode der Alten, das Verhältnis der Abstände von Mond und Sonne = 1:400 annähernd zu schätzen (ARISTARCH meinte freilich 1:191). Hierüber z. B. GNAU II, S. 23: „Ungezwungen schließt sich nunmehr erzählungsweise der erste Versuch an [an die Kenntnis des Abstandes Erde-Mond aus dem Kathetenverhältnis 1:60 in dem schmalen rechtwinkligen Dreieck der Horizontalparallaxe des Mondes], der gemacht worden ist, die Entfernung der Sonne zu bestimmen, indem einst ARISTARCH das rechtwinklige Dreieck ins Auge faßte, das unsere drei Weltkörper zur Zeit der Mondquadratur bilden, mit einem von unserem Auge aus zu messenden Winkel von annähernd 8,5 Minuten. Noch KEPLER hat die theoretisch richtige und wunderbar einfache Methode im Jahre 1619 dem GALILEI dringend empfohlen.“

2) Vgl. Bd. I, III. Teil, § 48. Die psychologischen (und gegenständlichen) Grundlagen des math. Denkens. . . b) Die Raumvorstellungen S. 438–446.

3) W. FOERSTER hat in seiner Abhandlung „Die Freude an der Astronomie“ (auf deren Hauptstellen wir unten, S. 280, noch zurückkommen), die gering gesagt ablehnende Haltung übrigens ganz gescheiter Laien gegenüber den „großen Zahlen der Astronomie“ schlagend gekennzeichnet durch die Wiedergabe einer Szene aus TIECKS „Gestiefeltem Kater“; aus dieser folgende Proben (mit Abkürzungen, K. = König, L. = der Hofgelehrte Leander):

„K.: Wie weit ist die Sonne von der Erde? – L.: 2 400 071 Meilen.

K.: Und der Umkreis, den die Planeten durchlaufen? – L.: Hunderttausend Millionen Meilen.

K.: Hunderttausend Millionen Meilen! – Nichts mag ich in der Welt lieber hören, als so große Nummern, – Millionen, Trillionen, – da hat man doch

Vielleicht schließt hieraus nun aber der eine oder andere pädagogische Psycholog, daß dagegen nun einmal nichts zu machen sei – als höchstens die bekannten mehr oder minder phantasievollen Umrechnungen, daß z. B. das Licht von der Erde bis zum Mond $1\frac{1}{4}$ Sekunden, bis zur Sonne 8 Minuten brauche und daß ein Last- oder Schnellzug so und so viele Jahre brauchen würde¹⁾. Aber wenn wir auch mit solchen Surrogaten noch als Erwachsene zufrieden sein müssen, falls wir nicht als reine Theoretiker überhaupt darauf verzichtet haben, mit allen astronomischen Riesenzahlen andere Vorstellungen zu verbinden, als daß es Maßzahlen nach der Einheit „1 Erdweite“ seien (und auch diese wieder eigentlich nur ein Äquivalent für die tatsächliche Sonnenparallaxe) – so darf und muß doch der pädagogische Psycholog einer – fürs erste vielleicht seltsam klingenden – Forderung gerecht gewor-

dran zu denken. – Es ist doch viel, so Tausend Millionen. – L.: Der menschliche Geist wächst mit den Zahlen.

K.: Sagt mal, wie groß ist wohl die ganze Welt im Umfange, Fixsterne, Milchstraßen, Nebelkappen und allen Plunder mitgerechnet? . . . – L.: Wenn wir eine Million wieder als eins ansehen, dann ungefähr zehnmalhunderttausend Trillionen solcher Einheiten, die an sich schon eine Million ausmachen. – K.: Denkt nur, Kinder, denkt! – Sollte man meinen, daß das Ding von Welt so groß sein könnte? Aber wie das den Geist beschäftigt! – . . .

Hanswurst: Bei solchen Zahlenerhabenheiten kann man gar nichts denken, denn die höchste Zahl wird ja am Ende wieder die kleinste. Man darf sich ja nur alle Zahlen denken, die es geben kann. Ich kann hier nie über fünf zählen.“ U. s. f.

FOERSTER fügt bei: „Diese Szene ist, wie ich glaube, überhaupt zu wenig bekannt. Und doch müßte sie, nach dem Motto:

„Wer sich nicht selbst zum Besten haben kann,
Der ist gewiß nicht von den Besten,“

gerade den Astronomen viel bekannter sein, zumal, da sie bei aller witzigen Übertreibung doch für manche Arten populär-wissenschaftlicher Vorträge auch jetzt noch eine nicht ganz unberechtigte Kritik enthält.“

1) Vgl. sehr hübsche Versinnlichungen solcher Art bei NEWCOMB (Astr. f. Jedermann, 2. Aufl. 1910, S. 7; z. B. abgekürzt): die Erde ein Senfkorn, der Mond von ungefähr ein Viertel des Durchmessers, 3 cm von der Erde entfernt. Die Sonne 10 m davon durch einen großen Apfel dargestellt. Die Planeten von fast unsichtbarer Größe bis zu der einer Erbse in Entfernungen zwischen 4 und 300 m, u. s. f. – Nur schade, daß der Leser dieses ganzen schon auf S. 6 beginnenden Kapitels „Größe des Weltalls“ all das schlechthin nicht minder glaubend und im Glauben hilflos hinnehmen muß, wie was immer für Sätze des Katechismus über Erzengel, Austeilung der göttlichen Gnaden usw. Daher dann die sehr begreiflichen Reaktionen des Unglaubens, von dem eine lustige Probe die vorstehende Anmerkung gab. –

Wie diese Zahlen und Raummaße auf höheren Stufen des Mittelschulunterrichtes vom Schüler selbst astronomisch und mathematisch erarbeitet und wie sie dann auch wieder veranschaulicht werden können, vgl. in dem Beitrag von SCHÜLKE S. 248, Aufgabe 1–9.

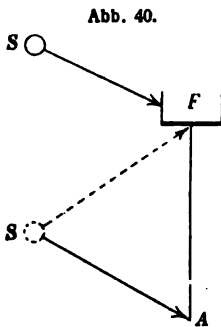
den sein: er muß die faktisch vorliegenden Raumanschauungen des Schülers sozusagen zerbrochen haben, damit sich nun die auch schon vom primitivsten Astronomieunterricht benötigten Raumzahlen zu wirklichen Begriffsinhalten ausweiten können und nicht neben jenen naiven, irreführend engen Raumanschauungen als leere Wörter im Kind (und dann mehr oder minder auch für das astronomische Anschauen und Denken des künftig erwachsenen „allgemein Gebildeten“) weiterbestehen. Zu dieser unerläßlichen Aufgabe des ersten Astronomie- als eines Teiles des allgemein mathematischen Raumanschauungsunterrichtes also noch einige ganz spezielle Bemerkungen:

Es liegen seit langem¹⁾ Schätzungen darüber vor, wie groß denn eigentlich das Himmelsgewölbe in km, der Mond in cm „aussehen“; und bekanntlich stehen alle diese „scheinbaren Größen“ in einem geradezu absurden Mißverhältnis zu den wirklichen Größen – drängen sich aber darum der Anschauung des Gelehrtesten nicht weniger unwiderstehlich auf als der des Unwissendsten. Der Gelehrte lernt darum jene scheinbaren linearen Maße gegenüber den direkt beobachtbaren Winkelgrößen (ebenefalls „scheinbare Größe“ genannt, was zur Vermeidung von Irreführungen des Anfängers für diesen besser ein für allemal durch den Ausdruck „Sehwinkel“ zu ersetzen ist) grundsätzlich ignorieren. Der Anfänger aber muß zu einer solchen Unterscheidung von „scheinbar“ und „scheinbar“ selbst erst erzogen werden. Manches hiervon hatte schon früher angebahnt werden müssen, wie namentlich bei der Frage nach der Größe der Erde an dem Paradoxon der einander schneidenden Firmamente (Abb. 4, S. 78)

1) Seit Anfang der achtziger Jahre habe ich mit meinen Schülern Versuche angestellt zur Frage „Wie groß erscheint der Mond?“; worüber ich berichtet habe auf dem V. Psychologenkongreß Rom 1905 (vgl. den Abdruck des Vortrags in den *Atti del Congresso*). Die Versuche bestanden darin, daß den Schülern Kreisscheiben aus lichtgelbem Papier mit Durchmessern von 2 cm bis 50 cm vorgewiesen wurden, wobei die Schüler die von ihnen als „scheinbare Größe“ der Vollmondscheibe bevorzugten Größen zu protokollieren hatten. Es häuften sich die Angaben ganz auffällig für die Durchmesser von etwa 20 cm. Dies entspräche bei dem objektiv gegebenen Sehwinkel des Mondes von $\frac{1}{2}^\circ$ einem Abstand von nur 23 Metern der scheinbaren Mondscheibe. Niemand aber versetzt auch schon in seiner ersten, noch durch keinerlei Wissen berichtigten Anschauung die Mondscheibe in eine so sehr kleine scheinbare Entfernung. – Die hier angedeuteten Tatsachen mögen für unsere jetzige Absicht nur den Lehrer aufmerksam machen, wie vieles an psychologischen Tatsachen und Sonderbarkeiten noch neben – und somit pädagogisch vor – den objektiven astronomischen Wahrheiten im Unterricht mit zu berücksichtigen wäre.

zu erinnern war. Jetzt aber, gegen Ende des III. Jahrganges (wo der Schüler nach den neuesten österreichischen Lehrplänen¹⁾ soeben ein wenig Optik zu lernen im Begriffe ist) kann auf solche Paradoxa soweit – und wir empfehlen: auch nicht weiter – eingegangen werden, als zu jenem planmäßigen Durchbrechen des diesmal allzu anschaulichen Eindrucks von der anschaulich-scheinbaren Kleinheit himmlischer Distanzen für die Zwecke auch schon eines ersten nicht dogmatischen Astronomieunterrichtes eben unerlässlich ist. Es sei hierzu zunächst ein ganz konkretes Beispiel angeführt, das der Verfasser mit seinem damals zehnjährigen Sohne erlebt und durchgesprochen hat.

Wir saßen auf einem Hügel eine halbe Stunde südlich von Bayreuth, so daß wir die Stadt zwischen uns und dem nördlich von ihr gelegenen Festspielhaus hatten. Zwischen den westlich von uns stehenden Föhren neigte sich die Sonne zum Untergang. Da die mattglänzende Scheibe uns nicht weiter, vielleicht sogar näher schien als die nach Süden gewendete Front des Festspielhauses, so hätte scheinbar diese Anspruch gehabt, vom Abendsonnenschein noch ebenso schön beglänzt zu werden wie wir selber. Aber sie zeigte schon den abendlichen Eigenschatten. Auf diesen Widerspruch zwischen Schein und Wirklichkeit aufmerksam



gemacht, fand der Knabe sogleich die richtige Erklärung: Vermöge der „unendlich“ (unermesslich) vielmal größeren wirklichen Entfernung der Sonne mußten ja die Sonnenstrahlen die West-, nicht die Südfront des Festspielhauses erleuchten, da sie den uns bei A treffenden (fast) parallel sind, also nicht die Schenkel eines Dreiecks wie in Abb. 40 bilden konnten. Das Wissen um jene ungeheure Entfernung war vorhanden gewesen; aber wie lebte es nun erst auf, als es sich sozusagen wieder zu einer nunmehr berichtigten Anschauung füllte, eben

durch das Zerbrechen jener irreführenden, zu engen Anschauung – was sich vollzog dank der eindringlichen Anschauung von den unerwarteten Schattenverhältnissen.

Ein zweites Beispiel: Ein Dienstmädchen erzählte mir noch in meinen Kinderjahren, daß es sich vor dem Mond gefürchtet habe, weil er ihr

1) Für Gymnasien und Realschulen, leider nicht auch für Realgymnasien – was ein arger Schönheitsfehler der ein Ganzes bilden sollenden Lehrpläne für die dreierlei (mit den „Reformrealgymnasien“ viererlei) Arten höherer Schulen ist. Diesen Fehler je eher je lieber zu beheben, indem man auch für die Realgymnasien den Physiklehrplan der Unterstufe der Gymnasien in Geltung setzt, habe ich – bisher ohne Erfolg – sogleich nach dem Erscheinen des Gymnasiallehrplans (1909) beantragt. (Vgl. S. 27, Anm.)

durch die Gassen „nachgelaufen“ sei. Das machte mir großen Eindruck, da ich mich in den Anblick sofort hineindenken konnte (der scheinbar nahe Mond hätte ja, wenn man sich auch nur einige Schritte von ihm entfernte, tiefer zu stehen scheinen müssen, wie ein Turm niedriger zu werden scheint, wenn man sich von ihm entfernt); daß er seine Höhe und seinen Abstand während des Laufens behält, rückte ihn dann wieder auch schon für meine kindliche Anschauung in eine unerwartete Ferne.

Jeder Lehrer, der auf solche Tatsachen der Raumanschauung und Nichtanschauung im Interesse des Mathematik-, Physik- und speziell Astronomieunterrichtes einmal aufmerksam geworden ist, wird sie dem letzteren in mehr als ausreichender Menge dienstbar zu machen wissen.

Was wir also während der Übungen im Ausdeuten der Abb. 39 (S. 191) und im Zurückdeuten dieser Erklärungen der Mondphasen und Bewegungen auf die uns während des ganzen Schuljahres vertraut gewordenen Beschreibungen in Sachen des Mondes, weit über diesen allein hinaus, leisten müssen, ist die Vorbereitung des Sinnes und Sinnens unserer Schüler auf die ungeheueren Raummaße, mit denen nun vom nächsten (dem IV.) Jahrgang ab die Schüler sollen kopernikanisch denken lernen. Zwar wird die Kühnheit, mit der KOPERNIKUS die Raummaße des antiken und mittelalterlichen Anschauens und Denkens sprengte, erst von viel reiferen Schülern ganz gewürdigt werden; weshalb wir hierauf, schon wegen der kulturhistorischen Folgen, erst auf der Oberstufe mit rechtem Gewinn eingehen werden (§§ 18, 19, S. 287). Es wird aber gerade darum auch schon früh, also während dieses unseres III. Jahrganges der Himmelskunde, jede passende Gelegenheit, nicht nur beim Anblick des Mondes, sondern z. B. auch der Venus als Abendsternes, für ein solches Ausweiten der astronomischen Raumvorstellungen auszunützen sein.

Der Lehrer muß es selbst fühlen, ob oder wann schon der rechte Zeitpunkt gekommen sei, um, während die Venus nahe ihrer größten östlichen Elongation (z. B. Ende 1909 und dann wieder Mitte 1911) die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich lenkt, nun zwischen die Sonne und die um sie in 20000000 Meilen Abstand sich herumschlingende Erdbahn die Venusbahn von 15000000 Meilen, also nur $\frac{3}{4}$ Erdweite, für die Raumanschauung des Schülers sozusagen handgreiflich in den wirklichen Raum hinein zu zeichnen; oder ob für solche Zumutungen an eine grandios geweitete Raumvorstellung besser noch ein Jahr zu warten sei, bis zum zusammenhängenden Denken nach kopernikanischem System. Was hier vom Standpunkt der Einführung in das heliozentrische System überhaupt das didaktisch Zweckmäßigere sein mag,

werde später (S. 224) erwogen; für jetzt galt es nur der Meinung zuvorzukommen, als eigne sich nur der Mond, als der uns nächste Weltkörper, die Raumvorstellung für größere als irdische Distanzen vorzuschulen.

Wie weit auch wir uns aber im laufenden III. Jahrgang schon über das Haften am unmittelbaren Anblick des Mondes durch das Erklären seiner Phasen und Bewegungen erhoben haben, so wird für die didaktische Ausbeutung dieses an sich so beschränkt scheinenden Gegenstandes, unseres Trabanten, doch die mehr und mehr sich verfeinernde Beschreibung immer noch die Hauptsache bleiben; und zwar hauptsächlich im Dienste des immer besseren Vertrautwerdens mit der wechselnden Lage der Verbindungslinie aller Mond-(und später der Sonnen-)Örter (noch später der „Linie der Finsternisse“, der Ekliptik) am Himmel zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten. Denn wir haben uns ja vorgenommen (S. 185, unbeschadet der Abweichung von scheinbarer Sonnen- und wirklicher Mondbahn), doch vor allem von dem Anblick eben dieser Mondbahn am wirklichen Abendhimmel die nicht ebenso direkt sichtbare Sonnenbahn (jetzt nicht mehr die Schraubenbahn in bezug auf die Erde, sondern die Jahresbahn in bezug auf den Fixsternhimmel, den größten Kreis; die Ekliptik im geozentrischen Sinne) abzuleiten und für den Schüler geläufig werden zu lassen. Wie fest und sozusagen zugleich beweglich diese Vorstellung nun durch alle Anblicke und Übungen des Jahrganges geworden ist, wird natürlich reichlich erprobt werden vor allem durch die bekannten Übungsfragen, wie hoch z. B. der Vollmond in einer Winter-, einer Sommernacht steht, wobei wieder ein Wirklichkeitsunterricht der Himmelskunde sich mit der promptesten Antwort nicht begnügen wird, solange nicht diese zugleich auch noch etwas davon verrät, daß der Schüler sich über den von ihm wirklich gesehenen und beachteten tiefen Stand des Vollmondes in einer Sommer-, den viel (um $23\frac{1}{2}^\circ \times 2 \pm 5^\circ$ d. i. 42° bis 52°) höheren in einer Winternacht wirklich schon einmal gewundert¹⁾, ja womöglich auch schon etwas von der so bedeutsam verschiedenen Stimmung verspürt habe, die diese Verschiedenheit der Stände und die sie begleitende weiche Beleuchtung in einer Sommer-, die scharfe in der Winternacht zur Folge hat. Wieder wird aus der wahrscheinlich keineswegs immer sogleich tadellosen Sicherheit solcher Antworten hervorgehen, daß diese Übungen auch noch innerhalb einiger weiterer Jahrgänge nicht

1) Vgl. S. 5 die Klage von Pick.

abgebrochen werden dürfen. Wahrscheinlich als für den III. Jhg. im allgemeinen noch zu schwierig dürften dann Übungen über die Höhe des Mondes bei anderen Phasen in beliebigen anderen Jahreszeiten sich herausstellen; sie seien aber des Zusammenhanges wegen auch sogleich hier erwähnt, und es mag an ihnen im Laufe der nächsten Jahre kontrolliert werden, ob und wann endlich die Vorstellung von dem stündlichen und täglichen Wechsel der Stellungen der Ekliptik zum Horizont der Heimat so allseitig verfügbar geworden ist, daß mit vollem didaktischen Recht von der Ekliptik als einem anschaulich erfaßten Gegenstande dann auch innerhalb des kopernikanischen Systems im folgenden IV. Jhg. geredet werden darf. Zu einer solchen Prüfung gebe etwa wieder die folgende Frage, die sich dem Verfasser dieses Buches einst in schon viel reiferen Jahren noch zu seiner Überraschung aufdrängte, ein Beispiel:

In einem Frühherbst, da ich auf der Nordseeinsel Borkum bei weitem, freiem Ausblick über den Osthorizont mich des Mondaufganges von einigen Tagen vor bis fast eine Woche nach Vollmond erfreute, fiel mir zum erstenmal auf, daß die tägliche Verspätung keineswegs die offiziellen 50 Minuten (wie z. B. die von der Kulmination des Mondes abhängige, auf der Insel jedermann auffällige Ebbe und Flut) aufwiesen. Sondern wenn ich mich gestern des Vollmondaufganges erfreut hatte, so brauchte ich heute viel weniger als 50 Minuten zu warten und sah ihn wieder, noch fast voll, aufgehen. Aber auch in den nächsten Tagen, da das „Abnehmen“ der Phase schon recht auffallend geworden war, ließ die Zeit des Aufgangs immer noch erfreulich wenig auf sich warten; warum? — Warum verspätet sich der Aufgang des Vollmondes zur Zeit des Herbstäquinoktiums auffallend weniger als die tägliche Kulmination — warum verspätet er sich um ebensoviel mehr zur Zeit des Frühlingsäquinoktiums?

So oft ich später diese Frage Warum an Nichtastronomen, auch wenn sie gegen Vorgänge am Himmel nicht etwa überhaupt gleichgültig waren, richtete, bekam ich nie die entsprechende Antwort; denn schon die Tatsache selbst war keinem aus direktem eigenem Erleben aufgefallen, oder sie war schon wieder längst vergessen worden.

Und doch läge für jeden, der gewöhnt wäre, die stündlichen und täglichen Stellungswechsel der Ekliptik (die wir hier wieder mit der Mondbahn am Himmel identifizieren wollen) zu bedenken, die Erklärung so nahe, daß nicht erst die Erklärung der schon beobachteten Tatsache, sondern ihr Vorausschauen naheliegend sein sollte. Also (wenn wir uns mit der „Erklärung“ begnügen, und diese erst hinterher zur Vorhersagung steigern) ergibt sich auf jenes Warum folgendes Weil:

Um die Zeit des Herbstäquinoktiums zeigt sich der Vollmond in der Nähe des Frühlingspunktes (denn er steht ja „gegenüber“ der durch den Herbstpunkt gehenden Sonne); der Vollmond geht also gegen 6^h abends nahe dem Ostpunkt auf. Denken wir uns die Ekliptik an dem Abendhimmel verzeichnet, so kommt ihre untere (südlich vom Himmelsäquator liegende) Hälfte über dem Horizont zu liegen. Ist nun bis zum nächsten Tag der Mond um seine 13° vom Frühlingspunkt weg gegen Ost gerückt, so steht er in einem höher (gegen Norden) gelegenen Teil der Ekliptik. Es ist also, wie wenn die Sonne vom 21. März bis etwa 20. April sich in einen nördlichen Teil der Ekliptik begeben hat und darum auch nicht mehr wie am 21. März nahe dem Ostpunkt um 6^h früh aufgeht, sondern mehr gegen den Nordpunkt hin und schon vor 6^h früh. Ebenso weiter die Sonne immer früher im Mai bis Juni. Und ebenso der Mond 2, 3, 4, 5, 6 Tage nach Vollmond: zwar verfrüht sich sein Ausgang nicht absolut wie der der Sonne gegen jeweils den früheren Tag, aber doch relativ, d. h. er geht um weniger als 50 Minuten verspätet auf. *Quod erat demonstrandum* — oder diesmal *declarandum* im Sinne von *explicandum* — und dann füglich auch *providendum*.

Im Vorstehenden wurden das Herbst- und Frühlingsäquinoktium als die Zeiten gewählt, in denen die Abweichungen der täglichen Verspätungen von den 50 Minuten der Kulminationsverspätung am auffälligsten, weil die größten sind. Natürlich ändert sich während jeder Lunation die Abweichung der täglichen Differenz der Auf- und Untergangszeiten gegen die der Kulminationen; ihr Mittelwert ist gleich den 50 Minuten.

Da die einigermaßen strenge Behandlung der täglichen Auf- und Untergänge des Mondes bei weitem schwieriger ist als die entsprechende Aufgabe für die Sonne, so wäre es schon sehr viel, wenn der Schüler sich bestimmt Rechenschaft geben könnte, von wo ab und warum seine Kräfte für die Lösung dieser allgemeinen Aufgabe nicht reichen. Jedenfalls soll er eine anschauliche Vorstellung davon haben, daß die Deklinationen des Mondes sich zwischen $(23\frac{1}{2} \pm 5)^\circ$ ändern. Ferner müßte ihm klar sein, warum jene Ungleichheiten im Verspäten des Mondaufganges in der höheren Breite von Borkum ebenso auffälliger sind als in Wien oder Sizilien z. B. die Unterschiede der Tageslängen. —

Viel einfachere und augenfälligere Übungen und Aufgaben als die von den verschiedenen Verspätungen des täglichen Aufganges bieten die Stellungen der Mondsichelspitzen (allgemein: der langen Achse der Halbellipse, die die Beleuchtungsgrenze bildet)¹⁾

1) Schon die Alten haben eben daraus, daß diese Grenze einer Ellipse angehört, scharfsinnig die Kugelgestalt des Mondes erschlossen. Ebenso läßt sich auch schon für den ersten Anfänger auf den bloßen Anblick hin, natürlich noch ohne eigentliche Messungen, diese Gestalt glaubhaft machen, nämlich,

an der nicht vollen Mondscheibe gegen die Ekliptik dar. Sieht man noch immer von den 5° Neigung zwischen Mondbahn und Ekliptik ab, so läßt, um beim auffälligsten Spezialfall zu bleiben, die Verbindungsgerade der Mondsichelspitzen¹⁾ oder der gerade Rand beim ersten Viertel sofort die Lage der Ekliptik insofern erkennen, als sie jene Gerade rechtwinklig schneidet. Überträgt man das in Gedanken auf andere Breiten, so fordert es die Phantasie des Schülers unmittelbar auf, sich wieder die veränderte Lage der Ekliptik zu den Horizonten anderer Breiten anschaulich vorzustellen.

Diese Anschaulichkeit wird drastisch z. B. dadurch, daß für Ägypten der gerade Rand des ersten Viertels beim Untergehen des Mondes fast wagrecht zu liegen kommt, weshalb die Gestalt eines Nachens (der „Halbmond“, vgl. S. 166) das Fahnenbild Alt- und Neuägyptens ist.

Auf jene 5° Neigung einzugehen, dürfte überhaupt erst für die Oberstufe geraten sein; denn wenn nicht auch zugleich schon vom Wandern der Knoten geredet werden kann, könnte sich leicht ein falsches Raumbild im Schüler festlegen. Doch mehr als das wäre zu fürchten, daß jedes vorzeitige Anbringen quantitativer Zuschärfungen den Schüler auf der Unterstufe nur seiner für jetzt dringendsten Aufgabe entrückt, sich alle Raum- und Bewegungsbilder in den größten, wenn auch gröbsten Zügen so anzueignen, daß er sie schon beim ersten Aufblick zum Tages- oder Nachthimmel durch die Stellungen z. B. des Mondes bestätigt

daß der jeweilige Rand (nicht etwa einen beliebigen Kreisbogen oder sonst eine Kurve, sondern) eine Halbellipse bilde, einschließlich ihrer Grenzen Gerade und Halbkreis. Auch hier greifen also wieder Geometrie- und Astronomie-, auch Physikunterricht innig und von verschiedenen Seiten her ineinander. Schon deshalb haben wir in Bd. I (S. 100) empfohlen, ganz gegen alles Herkommen früh, den Schüler mit der Ellipse vertraut werden zu lassen, und zwar wieder durch eigenes Handanlegen. Im Physikunterricht (gegen Ende des III. Jhgs.) wird dann bei der Schattengrenze der beleuchteten und durchsichtigen Kugel in ihren verschiedenen Projektionen von jenen Gestalten der Halbellipse Gebrauch gemacht. Und so steht von beiden Seiten, der mathematischen und der physikalischen her, alles Nötige an Vorkenntnissen bereit für die wunderschöne astronomische Anwendung, wieder die Anschauung der scheinbar ebenen Mondscheibe zu „zerbrechen“ (s. o. S. 195) und mit dem Denken auch schon des Dreizehnjährigen zur Mondkugel vorzudringen.

1) Die Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. Jhg. 24, 1911 brachte die beiden Abhandlungen E. WEBER, Die Stellung der Mondsichel zur Bestimmung der geographischen Breite (S. 25, 26) und M. KOPPE, Die Stellung der Mondsichel (S. 160–162). — Letztere beginnt mit der Berichtigung: „Die Angabe in Heft I dieses Jahrganges, daß die Neigung der untergehenden Sichel des zunehmenden Mondes mit der geographischen Breite des Beobachters übereinstimme,

findet. Eine Bemerkung, die natürlich nicht nur für das Aufblicken zum Mond, sondern für alles gilt, was völlig kunstlos bei Tag oder Nacht am Himmel zu sehen ist. Nur wo eine solche Ausrüstung mit Vorkenntnissen und der Gewohnheit, nie mehr ein astronomisches Wort ohne das Bedürfnis einer begleitenden und nachprüfenden Anschauung hören oder selbst aussprechen zu wollen, also kurz die wirkliche Vertrautheit mit allem „Scheinbaren“, d. h. den geozentrischen Erscheinungen, mit Ende des dritten Jahrganges vorausgesetzt werden darf, kann ein solcher Schüler als reif betrachtet werden für die heliozentrischen Offenbarungen des vierten Jahrgangs. – Möchte gerade dieses Verhältnis von „geozentrisch“ und „heliozentrisch“ in allem Lehren und Lernen der Erd- und Himmelskunde wie eine Anwendung des guten alten „Wer das Kleine nicht ehrt, ist das Größere nicht wert“ beherzigt und betätigt werden.

Daher hier zum Schluß unseres langen bisherigen, immer einseitig (wohl gar eigensinnig) eingehaltenen geozentrischen Vorgehens noch einmal die Anwendungen auf den Mond. Mit der bloßen „Beschreibung“ alles dessen, was uns der Mond und seine Umgebung zeigten, haben wir begonnen (s. o. S. 162–173 u. a.); erst jetzt schließen wir¹⁾ mit den noch ausständigen „Erklärungen“ in Sachen des Mondes.

Solange wir den Schüler nur anleiten wollten zum Beschreiben, lenkten wir seine Aufmerksamkeit zuerst auf die Phasen, dann erst auf die Bewegungen (im Tierkreis). Jetzt, beim Erklären, muß dieser Gang umgekehrt werden: denn erst aus den Bewegungen, d. h. den verschiedenen Stellungen des Mondes zur Erde und zur Sonne erklären sich ja seine Phasen. Natürlich bedarf diese Erklärung hier keines Wortes für den Lehrer, da sie ja auch schon dem Schüler aus der obigen Abb. 39 (S. 191) fast unmittelbar einleuchtend ist. Aber wir sagten dort auch schon, daß wir uns eben mit einem bloßen Erklären an und aus einer Figur keineswegs zufrieden geben wollten; und so wird vielleicht die folgende Forderung eher übertrieben als ihre nähere Begründung überflüssig befunden werden:

Am Himmel selbst, am wirklichen Mond und seiner Stellung zur wirklichen Erde und zur wirklichen Sonne, muß der Schüler alle

wäre nur dann genau, wenn die Schiefe der Ekliptik ein sehr kleiner Winkel wäre. Im folgenden werden die Erscheinungen in besserem Anschluß an die Wirklichkeit geschildert.“ Worauf dann reichliche auch im Unterricht als Übungsmaterial verwendbare Einzelangaben folgen. (Vgl. aus dieser Mitteilung KOPPEs auch schon oben S. 164 die kuriosen Schilderungen der Mondstellungen bei namhaften Dichtern.)

1) Vgl. oben die Reihenfolge der Paragraphentitel aus dem himmelskund-

den Mond betreffenden Erklärungen unmittelbar zu erschauen vermögen. Erst wenn ihm dies ein oder mehrere Male unter mehr oder minder veränderten Verhältnissen mit Sicherheit gelungen ist, soll er überhaupt erst die Zeichnung in seinem Lehrbuch ansehen und in ihr das am Himmel Erschaute wiedererkennen. Das bei weitem Erwünschtere wäre natürlich noch, wenn der Schüler selbst das am Himmel Erschaute, also diesmal den Wechsel der Phasen je nach der Stellung zur Sonne und Erde, unmittelbar in eine Zeichnung zu übertragen versucht hätte und diese erst nachträglich nötigenfalls berichtigt durch Vergleichung mit der in seinem Lehrbuch.

Wie aber ein solches Findenlassen der Erklärung der Phasen durch den Schüler selbst, während er zum Mond aufblickt? Oder fragen wir vorsichtigerweise zuerst, wie es hierbei nicht zugehen kann und soll: Solange der Knabe noch die geringste Unsicherheit darüber zeigte, ob der untergegangenen Sonne die konvexe Seite der Sichel oder aber vielleicht doch ihre Spitzen zugekehrt seien, ist er sicher noch nicht reif für das „Erklären“ der Phasen. Aber nicht nur für das Selberfinden der Erklärung, sondern auch für jedes Mitgeteiltbekommen einer solchen. — Daß man sehr allgemein diese Imperative eines Wirklichkeitsunterrichtes in einer an sich so besonders einfachen Sache nicht zu verspüren scheint, belegt doch eigentlich recht drastisch und — bedauerlich die Tatsache, daß man beinahe noch immer und überall dem Schüler das Sprüchlein *luna mendax*¹⁾ „beibringen“ zu müssen meint, damit er sich „merke“, die Rückseite der Sichel sei jeweilig entgegengesetzt der eines D (decrescens) bei zunehmendem, der eines C (crescens) bei abnehmendem Mond. Nicht über die ganze Umständlichkeit einer solchen Merkerei wollen wir uns hier entrüsten. Aber bedarf es denn überhaupt beim Mond eines „Merkens“ (ganz im Stile des nützlichen Unsinnns *Kliometertal Euer Urpokal* für das „Merken“ der neun Musen, von denen eben der Schüler immer nur hört und die er, ach, so selten zu sehen bekommt)? Hatte die Astronomie des dritten Jahrganges damit begonnen, daß der Schüler zu Anfang des Schuljahres an einem klaren Herbstabend nach Neumond die schmale Sichel überhaupt auch nur zu sehen angeleitet worden war (s. o. S. 165) und hat sich ihm nun während $\frac{3}{4}$ Jahren der Anblick dieser Sichel in jedem Monat (einige verwölkte und verregnete abgerechnet) wieder neu eingeprägt — und blickt er nun gegen Ende des Schuljahres an einem klaren Sommerabend wieder

lichen Teil unserer Unterstufe (wo „187. Erklärung der Bewegungen und Phasen des Mondes“ den vorletzten Paragraph des ganzen Lehrganges bildet, dem als letzter [188] nur noch einige wenige Mitteilungen über die „Planeten“ folgen).

1) GNAU bemerkt (was sich zu Übungen verwerten läßt): „An Orten südlicher oder nördlicher Lage gestalten sich alle jene Phänomene ganz anders als bei

zur Sichel auf, so muß doch füglich die Probe auf den Erfolg dieser ganzen Unterweisung darin bestehen, daß der Schüler sich selber sagt, der Mond könne gar nicht anders als auf der westlichen, der der untergehenden oder untergegangenen Sonne zugewendeten Seite beleuchtet sein. Was soll ihm da noch der Zwischengedanke an ein lügnerrisches D? Und so kann und muß der Schüler die Erklärung der Phase für jeden Tag des Mondmonats ganz unmittelbar dem Mond selber abzuschauen gelernt und sich gewöhnt haben. Und schon deshalb erst nach all dem, wie gesagt, jene Zeichnung in Abb. 39, S. 191.

Ganz Hand in Hand mit einem solchen Erklären der glänzenden Sichel mußte dann die Erklärung des „aschfahlen Lichtes“ gehen (Verf. dieser Zeilen freut sich heute noch, als Vierzehnjähriger von selbst darauf gekommen zu sein, daß und wie die „Vollerde“ jenes Grau der ganzen Mondscheibe bei schmaler Sichel des zunehmenden Mondes erzeugt — analog dem Beglänztsein der nächtigen Erde bei Vollmond). —

Wer aber die Abfolge: Zuerst die Erscheinung und dann das Buch — verkehrt fände und sich mit dem alten Herkommen begnügen wollte, daß man vor allem die „Erklärungen“ die Schüler zuerst „aus dem Buch lernen“ und, wenn's hoch kommt, ausnahmsweise einmal angesichts der wirklichen Erscheinung „bestätigen“ läßt, der müßte es natürlich auch im großen Stile verkehrt finden, daß wir erst jetzt, nach vollen drei Jahren beschreibenden Unterrichtes in der Himmelskunde, zum Erklären aus dem heliozentrischen System des Kopernikus übergehen.

§ 14. Vierter Jahrgang: Das heliozentrische System des Kopernikus. (Vierzehntes Lebensjahr.)

Jetzt erst stehen wir vor der großen Aufgabe, die innerhalb einer Himmelskunde für Kinder und Knaben die vorläufig letzte ist, wiewohl sie nur allzulang ein wissenschaftlich und didaktisch verkehrter Unterricht der „mathematischen Geographie“ für seine erste gehalten hatte: es obliegt uns endlich jetzt die Umdeutung des „Sinnenscheins“ in die „Wahrheit“¹⁾ von den Bewegungen der Erde um ihre Achse und um die Sonne.

uns. Jenseits des Erdäquators gelten unsere bekannten Merkgeregeln nicht mehr. In dem „Crescendo decrescit etc.“ stellten die Römer den Mond als „Lügner“ dar. Aber dort weit im Süden würde vielmehr unsere Regel, von dem „8“ bei zunehmendem, von dem „Q“ bei abnehmendem Lichte, ihm einen solchen Vorwurf zuziehen können. — Vgl. die „Denkaufgabe“ 130, S. 209.

1) Wer neben und nach den naturforschenden Astronomen auch die Philosophen zu hören pflegt, hat — wohl zu seinem Erstaunen — bemerkt, daß seit einiger Zeit die modernen Relativisten, so MACH (vgl. oben, § 3, S. 13, Anm.),

Für unsere Didaktik ist, unbeschadet der Größe dieses Gegenstandes, gegenständlich hierüber nur mehr wenig zu sagen, da ja jedem Lehrer, der sich einmal zur didaktischen These „Zuerst geozentrisch (wie PTOLEMAUS), dann erst heliozentrisch (wie KOPERNIKUS)“ bekannt hat, die Durchführung dieses Gedankens im Schulzimmer längst ein immer wieder dankbarer Gegenstand eigenen Nachdenkens und Versuchens geworden ist. Es werden daher fast nur Ratschläge zum Maßhalten beim ersten „Beweisen“ dieser großen Wahrheit sein, die das Nachfolgende zu bieten hat. Zuvor aber sei aus V. 1889 hier das didaktisch Grundsätzliche wiederholt:

„Der IV. Klasse frühestens bliebe es vorbehalten, endlich das kopernikanische System als neuen Ausdruck der bisher verarbeiteten Tatsachen zu entwickeln. Es bedarf natürlich hier keiner ausführlichen Darlegung, wie sich die einzelnen Hauptsätze der kopernikanischen Theorie Schritt für Schritt auf den Tatsachen aufbauen, nur um dieser willen da sind und also auch nur aus ihnen folgen: Der erste Hauptsatz von der Umdrehung der Erde aus der Umdrehung des Fixsternhimmels (nicht 'der Sonne'), der zweite Hauptsatz von dem Umlauf (nicht 'der Umdrehung') der Erde aus der Bewegung der Sonne in der Ekliptik. Sodann die einzelnen quantitativen Details: die Umdrehung binnen 23 Stunden 56 Minuten aus eben dieser Dauer des Sterntages (nicht des Sonnentages von 24 Stunden!); der Parallelismus der Erdachse aus der festen Stellung des Himmelsnordpoles usw.

Nicht so sehr deswegen, weil die Knaben nun doch schon vier Jahre älter sind als bei ihrem Eintritt ins Gymnasium, sondern vor allem deswegen, weil sie erst jetzt alle diese Tatsachen kennen, ohne deren Kenntnis es auch einem noch tausendmal erleuchteteren Genius als dem eines Kopernikus nie hätte beifallen können, eine rotierende und um die Sonne kreisende Erde sich auch nur vorzustellen, geschweige denn an solche Bewegungen zu glauben — aus diesem wahrhaftig triftigen Grunde zähle ich mich mit vollster Überzeugung zu derjenigen Partei von Schulmännern, unter ihnen Autoritäten des geographischen Unterrichtes, welche schon seit langem eine Zuweisung dieses Unterrichtes an die Physik der vierten Klasse verlangt.

Es geht aber zugleich aus allem vorigen wohl hinreichend deutlich hervor, wie wenig es im Interesse des astronomisch-geographischen Unterrichtes gelegen wäre, ihn erst in der IV. Klasse zu beginnen;

der Naturwissenschaft ihren Stolz auf die „Wahrheiten“ des Kopernikus zu dämpfen bestrebt sind. Wir kommen auf die Unklarheiten, von denen derzeit schon die Vorfrage umgeben ist, was denn in unseren Tagen des „Relativitätsprinzips“ das Wörtchen „wahr“ für den Raum und die Bewegung heiße, erst im Zusammenhang mit der Astronomie der Oberstufe (S. 290 ff.)

wie sehr vielmehr der Physik der IV.¹⁾ nur die Aufgabe zufiele, die im Geographieunterrichte schon der I. und II. erworbenen Einzelkenntnisse unter dem Gesichtspunkte der kopernikanischen Lehre wiederholend zusammenzufassen.

Und noch eine Bemerkung möchte ich, am Ende des Weges angelangt, der meines Erachtens der Hauptrichtung nach allerdings eingeschlagen werden muß, wenn das Untergymnasium mit mehr Erfolg als bisher auch auf unserem besonderen Gebiete als organische Vorbereitung der Oberstufe dienen soll, zur Verständigung hier nachtragen: Es mag ja möglich sein, auch schon auf früheren Stufen mit Erfolg manches von dem großen Geheimnis zu verraten, daß „sich nicht die Sonne, sondern die Erde bewegt“ usf. Der Lehrer der Geographie spricht ja auch schon in der I. und II. von Wind und Wolken, ehe der Knabe in der III. und IV. von Luftdruckdifferenzen und Kondensation gehört hat; auch daß Beleuchtung und Erwärmung von dem Einfallswinkel der Strahlen abhängen, muß als bekannt vorausgesetzt werden, lange bevor man zu den betreffenden Sätzen der Lehre vom Licht und von der strahlenden Wärme kommt. So mag denn auch von der Kugelgestalt der Erde die Rede sein, bevor der Knabe Sonnenbahn und Fixsternhimmel kennt. Mir selbst ist in angenehmer Erinnerung geblieben, daß mir im ersten oder zweiten Gymnasialjahr (im 10. oder 11. Lebensjahr) ein Lesestück im MOZARTSchen Lesebuch über Antipoden, Fortfliegen der Erdkugel im Weltraum u. dgl. viel Spaß gemacht hat, ohne daß ich natürlich heute mehr zu entscheiden wüßte, wieviel ich davon eigentlich verstanden haben mag. Eine vorläufige Anregung war doch gegeben. Überhaupt muß ja nicht alles systematisch im Unterrichte entwickelt werden. Das gewöhnliche Leben ist erst recht nicht von pädagogischer Bedächtigkeit geleitet, wann es dem Kinde und dem Erwachsenen manche große Geheimnisse zum erstenmal verrät. Ganz gewiß hört das Kind zu Hause manchmal von der Drehung der Erde sprechen, wie es von Kaiser Josef reden hört, bevor es von ihm aus der Weltgeschichte lernt. So mag denn auch der Geographielehrer von Anfang an gelegentlich anklopfen, ob und was der Knabe von der „*fable convenue*“, wie PICK²⁾ in der Vorrede seines Buches gelegentlich die herkömmliche Geographie nennt, schon vernommen habe und was er sich dabei etwa denkt. —

zurück. Auf der Unterstufe muß der Lehrer den Mut haben, wenigstens den Schüler beim Glauben zu lassen, daß eine „absolute Bewegung“ im Gegensatz zu einer bloß „relativen“ überhaupt einen verständlichen Sinn habe (daß sie „denkbar“, wenn auch nicht direkt „erkennbar“ sei).

1) Für die III. Klasse gab es, wie schon oben (S. 22) berichtet und kritisiert, damals gar keine Astronomie; ich mußte für sie erst den Stoff fordern, der dann 1892 in den Lehrplan der Unterstufe kam, wenn auch noch nicht mit dem nötigen Nachdruck, wie jetzt in den Lehrplänen von 1908/9.

2) Vgl. oben S. 5.

Aber ein anderes ist's, sich kleine Abwege vom systematischen Vorgehen mit gutem pädagogischen Bewußtsein erlauben, ein anderes, das unterste zu oberst kehren und das zur Grundrichtung des Lehrganges machen, den man mit peinlicher Strenge sich und anderen aufzwingt. Das Ausgehen von den Dogmen der Kugelgestalt und den Bewegungen der Erde ist ein solches logisches und pädagogisches Unding, von dem die letzten Spuren so bald als möglich aus unseren Schulordnungen schwinden mögen!"

Wesentlich für eine wirksame Einführung in das kopernikanische System ist – außer der Kenntnis der „scheinbaren“ Bewegung selbst aus eigenem Anblick – eine hinreichende Vertrautheit mit dem Gedanken der relativen Bewegung und einige Geübtheit im Umdeuten einer gegebenen Bewegung auf ein neues „Bezugssystem“. Letzteres klingt schon etwas gelehrt; aber wenn das kopernikanische System auch nur Vierzehnjährigen und auch nur in den allergrößten Zügen nahegebracht werden soll, wird man ihnen zwar die gelehrten Wörter und Begriffe „Bezugssystem“ und ähnliche ersparen dürfen, nicht aber die Anschauungen und Denkgewohnheiten, die der Fachmann nachmals in den Begriffen und Fachausdrücken „Bezugs-(Koordinaten-)System“, „Relativität“ usw. festhält. Daraus ergibt sich für den Aufbau von Lehrplänen die Forderung, die große Lehre des Kopernikus nicht früher und nicht später anzusetzen, als wo die Unterstufe des physikalischen Unterrichtes für jene Anschauungen und Vorbegriffe von relativer Bewegung sorgt; kurz: Das kopernikanische System gehört in das Mechaniksemester der Unterstufe. Es bilden dann die Relativitäten in den Bewegungen zwischen Fixsternhimmel, Sonne und Erde einerseits die grandioseste Anwendung dessen, was der Mechanikunterricht an den hausbackenen Beispielen der scheinbar stromaufwärts schwimmenden Brücke, des Ringelspiels u. dgl. vorbereitet hat; andererseits aber sind es auch wieder jene astronomischen Relativitäten, die schon beim Anfänger in Mechanik alles, was er über Trägheit und Beharrung lernt, sozusagen auf eine Probe im Großen stellen. In welchem Sinne letzteres gemeint ist, werden am kürzesten (und zugleich auch im Unterricht unmittelbar verwendbar) die folgenden „Denkaufgaben“ aus des Verfassers „Unterstufe der Naturlehre“ erkennen lassen:

59. Warum ist es genauer, nicht von einer „scheinbaren Bewegung“ des Fixsternhimmels, der Sonne, des Mondes usw. und von „wirklichen Bewegungen“ der Erde, sondern von der Bewegung des Fixsternhimmels in bezug

auf die Erde und einer Bewegung der Erde in bezug auf den Fixsternhimmel zu sprechen? (Vgl. die Titel A und B im VIII. Abschnitte.)

60. Suche auf einer Karte der Umgebung deines Wohnortes solche Orte, die von diesem eine Entfernung haben gleich der Länge des Weges, den die Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne in je 1, 2, 3, ... sec. zurücklegt. (Mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 149 Mill. km = 20 Mill. geogr. Meilen, Umlaufzeit $365\frac{1}{4}$ Tage, die Erdbahn werde als ein Kreis angesehen.)

62. Bedarf eine Pferdebremse, die ein schnelllaufendes Gespann verfolgt, ihrer eigenen Muskelkraft, oder wird sie infolge der Trägheit mitgenommen, nachdem sie eine Zeitlang auf dem Pferde gesessen und dabei dessen Geschwindigkeit angenommen hatte? Wie verhält sich dies bei einer Fliege, die sich im Innern eines geschlossenen, eines „offenen“ Wagens an „derselben“ Stelle schwebend erhält? (Anwendung auf die Widerlegung der ersten Einwürfe gegen Kopernikus' Lehre; z. B.: Ein Vogel, der aus seinem Neste aufgeflogen war, würde dasselbe nicht mehr finden, weil es mit der sich drehenden Erde davongeflogen wäre.) Ähnlich:

63. Es wurde im Scherze vorgeschlagen, binnen einem halben Tage mit Hilfe der Drehung der Erde von Europa nach Amerika zu fahren, indem man dort im Luftballon aufsteigt und sich hier wieder niederläßt. Hätte man dabei die in bezug auf den Ballon sich bewegend Luft als West- oder als Ostwind empfunden?

Es mögen sogleich hier auch noch die Denkaufgaben 127–140 speziell astronomischen Inhaltes aus der „Unterstufe der Naturlehre“ folgen (wie man sieht zum Teil als Wiederholungen und Ergänzungen auch schon viel früher behandelter Stoffe):

127. Aus dem Abstände der Sonne von der Erde = 20 000 000 Meilen und dem Sehwinke $= \frac{1}{2}^\circ$, unter welchem die Sonne von der Erde aus erscheint, wurde „trigonometrisch“ berechnet, daß die Sonne einen Durchmesser von 192.600 Meilen = 109 Erdhalbmessern besitze. (Wie läßt sich jenes Rechnungsergebnis annähernd durch Konstruktion und Messung an dieser bestätigen?) Unter welchem Sehwinke (annähernd) würde also die Erde von der Sonne aus erscheinen, und den wievielten Teil der Oberfläche der ganzen Himmelskugel würde also das Erdscheibchen einnehmen? Den wievielten Teil des von der Sonne ausgestrahlten Lichtes, bzw. der Wärme empfängt also die Erde? Wievielmals so groß als die in 1 Stunde auf 1 m² der Erdoberfläche normal einfallende Menge von Sonnenstrahlen (welche u. a. etwa 0,004 kg Eis von 0° zu schmelzen vermag) ist also die im Laufe eines ganzen Jahres von der Sonne in den Weltraum ausgesendete Strahlenmenge?

128. Lassen sich am Nord- und am Südpol Hauptrichtungen des Horizontes (N, S, W, O) angeben? An welchem Punkte jener Horizonte geht am 21. März die Sonne auf? (Von der Strahlenbrechung ist abzusehen.) — Ist es genau, daß sie an jenem Tage in allen übrigen Horizonten im Ostpunkte um 6 Uhr morgens aufgeht? Wie kann der Kalender den Frühlingsanfang auf eine bestimmte Minute der Nacht oder des Tages ansetzen?

129. Was bedeutet und welchem Zwecke dient es, wenn manchmal auch auf Erdgloben der Tierkreis verzeichnet ist?

130. Was meint das alte Sprüchlein „Luna mendax“ (der Mond ein Lügner)? [Die Form D erinnert an *Decrescens*, C an *Crescens*. Wie wäre es bei den deutschen Lettern abnehmen, zunehmen?]

131. Öfters fällt uns um die Zeit des Vollmondes eine rasche Entwölkung des Himmels auf. Der Volksmund sagt dann: „Der Mond frißt die Wolken.“ Wie mag sich in Wahrheit die Beobachtung erklären? [Der Mond übt gar keine merkliche Einwirkung auf die Wolken aus, aber die Entwölkung wird um so auffallender, je helleres Mondlicht sie den Blicken enthüllt.]

132. Wiewohl der Mond (desgleichen die Sonne) eine Kugel ist, erscheint er doch wie eine flache Scheibe; warum wohl? — Schon die Alten erschlossen aber den Satz von der Kugelgestalt des Mondes richtig daraus, daß bei allen Mondphasen die Grenze des von der Sonne beleuchteten und des unbeleuchteten Teiles eine Halbellipse (einschließlich Gerade und Kreis) sei. Entwickle diese Schlüsse und vergleiche sie mit jenen, welche aus den Phasen der Venus auf deren Umlauf um die Sonne führten!

133. Woher mag das „aschfahle“ Licht, welches die Mondscheibe außer der hellbelegneten Sichel manchmal zeigt, kommen? [Die durch die Sonne beleuchtete Seite der Erde strahlt ihr Licht ähnlich gegen die der Sonne abgewendete Seite des Mondes zurück, wie der Vollmond unsere Nächte erhellt. Vergleich mit dem Versuch zu Ende des § 152.] Warum ist diese Erscheinung nur wenige Tage vor und nach dem Neumonde wahrzunehmen?

134. Was für ein Dreieck bilden die Mittelpunkte von Erde, Mond und Sonne in dem Augenblicke, wann der Mond als erstes Viertel durch den Meridian geht? Wie ließe sich durch Konstruktion aus dem (etwas weniger als 90° betragenden) Winkel zwischen den Visierlinien von der Erde zu Mond und Sonne das Verhältnis der Abstände beider Körper von der Erde (1 : 400) ermitteln? — Was folgt daraus, daß manche Sonnenfinsternisse ringförmig, andere total sind, für das durchschnittliche Verhältnis der „scheinbaren Größen“ beider Gestirne, und was hieraus weiter für das Verhältnis ihrer wirklichen Größen?

135. In welchem Monate trifft das Beispiel des § 178 zu, daß der Mond als ● im Widder, als ☾ im Krebs usw. steht? Wie ist es in anderen Monaten?

136. Warum steht der Vollmond in Winternächten am höchsten, im Sommer am tiefsten — annähernd so, wie die Sonne im Sommer, bzw. im Winter? [Sieh im Kalender nach, bei welchem Tierzeichen (und daher bei welchem Sternbild) um die genannten Zeiten der Mond voll wird; welche Stellung haben diese Zeichen (Sternbilder) gegen den Himmelsäquator?]

137. Was mag das westphälische Sprichwort meinen:

Liegt de Mane open Rüggē, (Liegt der Mond auf dem Rücken,
Löppt et Water over de Brüggē. Läuft das Wasser über die Brücken.)

[Die Sichel des zunehmenden Mondes um die Zeit des Frühlingsäquinoktiums und die Äquinoktialstürme. — Die Stellung des Tierkreises, gegen welchen die Verbindungsline der Sichelspitzen immer annähernd normal ist — warum? —, ist

an Märzabenden eine gegen den Horizont stelle. Vergleich zum Herbstäquinoktium.]

138. Wenn, wie vorgeschlagen worden ist, neben der „Ortszeit“ auch die „Weltzeit“ eingeführt würde, so könnten die Uhren mit Doppelzeigern versehen werden, welche für jeden Ort ein für allemal je einen bestimmten Winkel einschließen („Wiener Zeiger“, „Berliner Zeiger“ usw.). Wie groß müßten diese Winkel bei den Minuten-, bei den Stundenzeigern sein für Orte, die 1° , 4° , 15° , 90° östlich oder westlich vom Nullmeridian (Serro, Greenwich, Paris) liegen? Suche solche Orte auf der Karte auf! Gib für beliebige andere Orte die Winkel an! — Für welche Angaben würde sich wohl die Orts-, für welche die Weltzeit einbürgern?

139. Welche Richtung müßte man bei einer „Reise um die Erde“ (Jules Verne) einhalten, um einen Tag a) „zu gewinnen“, b) „einzubüßen“? — Datumgrenze.

140. Das Papierblatt, mittels dessen Fig. 295 aufgenommen worden ist, war so gestellt, daß es mittags von den Sonnenstrahlen normal getroffen wurde. Entnimm aus der Figur, von welcher Seite her (OW? WO?) sich der Mond über die Sonnenscheibe geschoben hat. Ist das bei allen Sonnenfinsternissen so? — Entsprechende Erscheinungen bei Mondesfinsternissen.

Dieser Rand des Papiers lag gegen Westen.



Fig. 295 (aus der Unterstufe der Naturlehre — vgl. auch Anh. II, S. 377). Verlauf der Sonnenfinsternis am 17. Juni 1887, aufgenommen mit einer Portalschen Duntellammer.

Und nun nach diesen didaktischen Vorbemerkungen zum Lehrstoffe selbst. So wenig Neues darüber zu sagen wäre, daß und wie das „Aufgehen“ der Sonne (und der dem Himmelsäquator nahen Sterne) in der Ostgegend als ein „Sichsenken“ des Horizontes beschrieben werden kann — und was sonst alles den Inhalt der koppernikanischen Umdeutung der Erscheinungen ausmacht — so wird doch auch schon in bezug auf diesen Stoff ein didaktischer Rat nicht überflüssig sein: sich auch hier einstweilen auf ein wohlüberlegtes Minimum von umzudeutenden Erscheinungen zu beschränken, damit an diesem der Grundgedanke sich um so entschiedener herausarbeite und für immer festlege. Positiv gefaßt geht unser Rat dahin, sich auch hier auf die Relativitäten in den Bewegungen zwischen Erde, Sonne

und Fixsternhimmel zu beschränken, nicht aber schon eingehen zu wollen auf die heliozentrische Deutung der Planetenbewegungen. Man wende nicht ein, daß es gerade die Planeten gewesen sind, die vom ptolemäischen zum kopernikanischen System gedrängt haben; die Zeit für die Würdigung dieses historischen Umstandes wird in unserem siebenten Jahrgang gekommen sein, wenn die Kette der Namen KOPERNIKUS, KEPLER, GALILEI, NEWTON in den Mittelpunkt des Interesses Siebzehnjähriger tritt (s. u. S. 283 ff.). Was immerhin auch schon für die Unterstufe an Planetenbeobachtungen nicht nur möglich, sondern höchst wertvoll sein mag, vgl. zum Schlusse dieses § 14 (S. 224).

Aber wir wiederholen: Die didaktische Kunst wird hier, für Vierzehnjährige, im strengsten Maßhalten bestehen, namentlich auch in allen „Beweisen“ der neuen Lehre. Denn jeder bloße Scheinbeweis, der ja doch auch vom Schüler früher oder später als solcher verspürt wird, ist weit schlimmer als gar keiner.

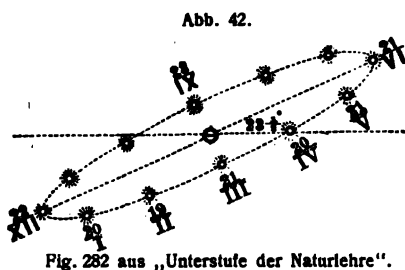
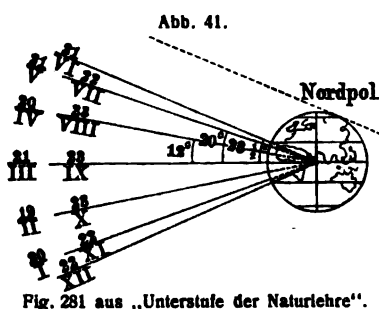
Das wolle aber nun auch wieder keineswegs dahin mißverstanden werden, als rieten wir dazu, jetzt die kopernikanische Lehre, da endlich die Zeit für ihre Mitteilung gekommen ist, etwa doch bloß dogmatisch mitzuteilen oder „beizubringen“. Sondern jenem Maßhalten in stofflicher Hinsicht: Beschränkung auf Erde, Sonne und Fixsternhimmel (nicht Planeten!) – entspricht in logischer Hinsicht die vorläufige Selbstbescheidung, daß man bei einem ersten Einführen in die kopernikanische Lehre nur zu zeigen unternimmt: Die bisher beobachteten Bewegungen von Erde, Fixsternhimmel und Sonne in bezug aufeinander lassen sich vor allem gleich gut beschreiben, wenn man Fixsternhimmel und Sonne als ruhend und die Erde um ihre Achse sich drehend und um die Sonne umlaufend annimmt, als wenn man, wie bisher, alles auf die als ruhend gedachte Erde bezieht. – Denn ohne Frage muß jenes „(mindestens) gleich gut“ voll begriffen sein, ehe man zu wirklichen Beweisen (selbst wenn es nur Wahrscheinlichkeitsgründe werden sollen) des „Besser“, der Vorzüge des kopernikanischen Systems vor dem ptolemäischen, vorwärtszuschreiten unternimmt.

Gerade bei solcher stofflichen und logischen Beschränkung des Themas wird es nun aber doch zu einem didaktisch nach jeder Richtung überaus ergiebigen.¹⁾

1) Freilich: unter den Händen eines Lehrers, dem schon die Beschreibung der Tages- und Jahresbewegungen der Sonne über dem Horizont der Heimat

Schon allein das Zerlegen und Gliedern des Stoffes ist, wie für den Lehrer eine verantwortungsvolle, für den Schüler eine dankbare Aufgabe. Da es ein sehr bestimmter Lehrgang ist, nach dem wir uns den auch in seinen vorhin empfohlenen Beschränkungen immer noch reichlichen Lehrstoff im Laufe mehrerer Wochen, ja Monate – also ja nicht in einem Anlaufe, sondern in planmäßiger Verteilung auf den zusammenhängend fortlaufenden Unterricht der Mechanik der Unterstufe behandelt denken, so mögen die Richtlinien für eine solche didaktische Behandlung aus den kurzen zwei Seiten Lehrtext (Unterstufe der Naturlehre S. 169–171) ersichtlich werden.

Nachdem in „B. Erklärung der Himmelserscheinungen aus der Gestalt und Größe der Erde“ die ersten drei Paragraphen



(„181. Die Kugelgestalt und die Größe der Erde. — 182. Das Gradnetz der Erdkugel. — 183. Die Jahres- und Tageszeiten an verschiedenen Orten der Erde ergeben sich aus deren geographischer Breite und Länge und der jeweiligen Stellung der Sonne in ihrer Schraubenbahn, bzw. im Tierkreis“) noch nichts Heliozentrisches vorweggenommen hatten, vielmehr die an der Spitze von § 183 in Aussicht gestellten „Erklärungen“ aus Schraubenbahn und Tierkreis im Anschluß an die Figg. 281, 282 in einer Weise vorgenommen wurden, die für den Lehrer keiner weiteren Erläuterung bedarf, heißt es nun (nach einem

bedeutungsvollen Trennungsstrich!):

„Sollen wir nun aber wirklich bei der bisherigen Annahme bleiben, daß sich Fixsternhimmel und Sonne um die Erde bewegen? Kopperritus († 1543) hat zuerst gezeigt, daß sich die Erscheinungen am gestirnten Himmel

zu einem Stoffe eingeschrumpft wäre, mit dem man nicht einmal eine halbe Schulstunde auszufüllen weiß (wie in dem S. 38 Anm. 2 erzählten Beispiel), würde natürlich auch die nun zu gebende Erklärung, warum die Sonne im Laufe eines Jahres ihre Schraubenbahn durchläuft, kein ergiebiger Stoff und noch weniger ein geistbildender sein.

viel einfacher beschreiben lassen, wenn wir uns die Erde selbst bewegt und diese Bewegung zusammengesetzt denken aus zwei Bewegungen, welche in folgenden „zwei Hauptsätzen des kopernikanischen Weltsystems“ beschrieben sind. — Erster Hauptsatz:

184. Die Erde dreht sich in einem (Stern-)Tag um ihre Achse.

Die in § 177 beschriebene Bewegung des Fixsternhimmels in bezug auf die Erde können wir auch so beschreiben: Die Erde dreht sich in bezug auf den Fixsternhimmel um die Erdschse von West (über Süd¹⁾) gegen Ost, und zwar genau gleichförmig je einmal binnen 24 Stunden minus 4 Minuten. Die Erdschse geht durch den Erdmittelpunkt und den Erdnordpol (§ 182): sie fällt zusammen mit der von der Erde durch den Himmelsnordpol gehenden Weltachse.

Bemühe dich, dir beim „Untergehen“ eines Fixsternes vorzustellen, daß er ruhig sei, aber der Westrand des Horizontes sich über ihn emporhebe! Wie wird man sich das „Aufgehen“ eines Sternes vorstellen? — Wie erklärt es sich, daß sich alle Fixsterne in Kreisen bewegen, deren Ebenen parallel sind und auf der Weltachse normal stehen? Wären alle Fixsterne, wie es auf den ersten Anblick scheint, an einer festen Hohlkugel angeheftet, so wäre jene Über-

1) Was die Einfügung „(über Süd)“ betrifft, so ist sie freilich schwerfällig, aber wenigstens für die Gewöhnung des Anfängers an klare Raum- und Bewegungsvorstellungen fürs erste nicht zu entbehren: Denn sind z. B. am Horizont die vier Hauptpunkte S, W, N, O festgelegt, so kann ich von W „über Süd“ nach O oder auch von W „über Nord“ nach O gelangen. Der Umlaufsinn ist aber in beiden Fällen der entgegengesetzte, was dem Schüler mindestens einige Male eingeschärft werden muß. Auch daß der Umlaufsinn W (über Süd) nach O geradezu derselbe ist wie O (über Nord) nach W, versteht sich zwar bald, aber doch nicht von selbst, falls es nie mit dem Schüler besprochen worden wäre; und es wird ja um so mehr besprochen werden, als es die Grundvorstellung dafür bildet, wie wir uns ebensogut die Sonne von West (über Süd) nach Ost längs der Ekliptik im geozentrischen Sinne oder aber die Erde von Ost (über Nord) nach West längs der Ekliptik im heliozentrischen Sinn umlaufend denken können (vgl. im obigen Lehrgang des kopernikanischen Systems die Ableitung oder Umdeutung 3).

Sobald aber für den Lehrer nach hinreichenden Erprobungen kein Zweifel mehr besteht, daß beim Schüler diese Begriffe und Anschauungen von entgegengesetztem und gleichem Umlaufsinn festsitzen, kann dann die ausdrückliche Vereinbarung getroffen werden, daß man von jetzt ab die schwerfällige Einfügung „(über Süd)“ nicht mehr aussprechen werde, sie aber doch immer meine. — Auch warum man die Bewegung West-Ost als die „rechtläufige“, die OW als „rückläufig“ bezeichnet (wiewohl sie der tägliche Umlaufsinn von Sonne, Mond und Sternen in bezug auf die Erde ist, die aber unter jenem „rückläufig“ nicht mit inbegriffen sind), wird erst allmählich, namentlich wenn der Schüler schon rückläufige Planetenbewegungen gesehen hat, ganz klar und geläufig zu machen sein (vgl. o. S. 7).

Wieder eine andere Reihe von Übungen besteht darin, daß der Schüler aufmerksam gemacht und zur Einsicht gebracht wird, daß alle jene Angaben von

einstimmung des Ganges durch die Grundeigenschaft der Rotation von Körpern (§ 94) erklärlich. Seit aber die Fixsterne als frei im Weltraum schwebende Himmelskörper erkannt sind, müßte man es als ein höchst unwahrscheinliches Zusammentreffen bezeichnen, daß viele Millionen Fixsterne trotz ihrer sehr verschiedenen Abstände von der Erde alle in der nämlichen Zeit und in parallelen Bahnen ihren Umlauf um sie, bzw. um irgendwelche Punkte der Weltachse, die gar nichts Körperliches an sich haben, vollendet haben sollten; auch müßten sie eine unermeßliche Geschwindigkeit hiebei besitzen.

Auch die tägliche Bewegung der Sonne im Sinne OSW erklärt sich zum überwiegenden Teil aus der Achsendrehung der Erde. Daß aber die Sonne zu einem täglichen Umlauf um die Erde 4 Minuten länger als jeder Fixstern braucht, führt zu folgendem zweiten Hauptsätze:

185. Die Erde läuft in einem Jahre um die Sonne.

Abb. 43 (= 42).

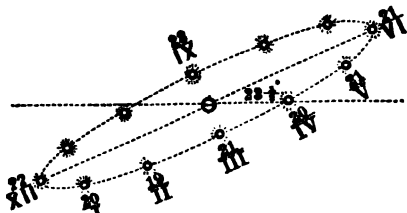


Fig. 283 aus „Unterstufe der Naturlehre“.

Abb. 44.

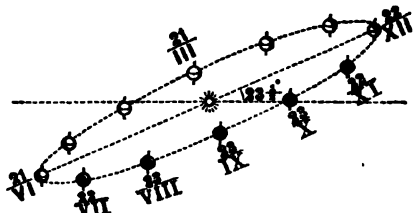


Fig. 284 aus „Unterstufe der Naturlehre“.

Die in § 179 beschriebene „Bewegung der Sonne im Tierkreis“ läßt sich auch aus der Annahme erklären, daß die Sonne in bezug auf die Fixsterne in Ruhe¹⁾ sei, und daß sich die Erde binnen je $366\frac{1}{4}$ Stern-Tagen = $365\frac{1}{4}$ Sonnentagen = 1 Jahr je einmal um die Sonne im Sinne WSO bewege (vgl. Fig. 283 und Fig. 284).

Durch obige zwei Hauptsätze sind noch nicht alle Einzelheiten der „wirklichen“ Bewegung der Erde (d. h. deren Bewegungen in bezug auf die Sonne und Fixsterne) festgestellt: wir müssen diese aus den entsprechenden Eigenschaften der „scheinbaren“ Bewegungen der Sonne und des Fixsternhimmels (d. h. deren Bewegungen in bezug auf die Erde) ableiten.

1. Die Erdbachse weist an allen Punkten der Erdbahn nach derselben

westöstlichem und ostwestlichem Umlaufsinn in dieser Form nur für Beobachtungsorte auf der nördlichen Halbkugel gemeint sind. Z. B. für uns ist die Bewegung der Sonne in der Ekliptik WSO, für Kapstadt WNO oder OSW. — Die Astronomen begnügen sich mit den kurzen Angaben WO, OW. Nähere Worterklärungen, die diesen Bezeichnungen einen festen Sinn geben, finden sich im Text zu KOPPEs astronomischer Tafel, die jährlich von der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. in Sonderausgabe für Schüler veröffentlicht wird (S. 311).

1) So nahm es Kopernikus an. Seither ist es sehr wahrscheinlich geworden, daß die Sonne samt der Erde und den übrigen Planeten mit einer Geschwindig-

Richtung gegen den (unendlich fern zu denkenden) **Himmelsnordpol**. Denn auf diesen Punkt sehen wir an allen Tagen und zu allen Stunden des Jahres die Weltachse weisen. (Die Erdachse beschreibt also im Laufe eines Jahres eine Zylinderfläche, wieso?)

2. Alle Teile der **Erdbahn** liegen in einer **Ebene**, in welcher auch die **Sonne** liegt; und zwar fällt diese Ebene zusammen mit der des **Tierkreises**. (Denn hätte sich etwa, während die Erde in derselben Bahn weiter fliegt, die Sonne gegen den Himmelsnordpol hin erhoben, so würde die Sonne nicht mehr einen größten Kreis, den Tierkreis, sondern einen ihm parallel liegenden nördlichen Kreis am Himmel zu beschreiben scheinen.) Die Erdachse bildet mit der Ebene des Tierkreises einen Winkel von $66\frac{1}{2}^{\circ}$ ($= 90^{\circ} - 23\frac{1}{2}^{\circ}$).

3. Die Erde bewegt sich in ihrer Bahn von **West** (über Süd) nach **Ost**. Denn auch die Sonne scheint sich in diesem Sinne WSO durch die Reihe der Sternbilder Widder, Stier, Zwillinge, Krebs . . . zu bewegen, was sich erklärt, wenn wir uns die Erde im Sinne ONW, der ja derselbe ist wie der Sinn WSO, bewegt denken.

4. Daß die Erde einen Umlauf um die Sonne vollendet habe, d. h. an denselben Punkt ihrer Bahn zurückgekehrt sei, erkennt man daran, daß die Sonne an denselben Punkt des Tierkreises zurückgekehrt ist. Steht dabei z. B. die Sonne am 21. (22.) Juni zwischen der Erde und dem Tierzeichen ♊ (dem Sternbilde Zwillinge), so steht die Erde zwischen der Sonne und dem Tierzeichen ♉ (dem Sternbilde Stier): vgl. Fig. 283 und 284, sowie Fig. 284 und 285.

5. Während der Zeit eines solchen Umlaufes um die Sonne dreht sich die Erde $366\frac{1}{4}$ mal um ihre Achse. Denn bis die Sonne zum selben Punkte des Tierkreises zurückgekehrt ist, hat sich der Fixsternhimmel $366\frac{1}{4}$ mal um die Weltachse gedreht, und die Sonne ist $365\frac{1}{4}$ mal auf- und untergegangen. Man erkennt also die Dauer des Jahres (noch unmittelbarer als nach Punkt 4) daraus, daß es derjenige Zeitraum ist, für welchen die Zahl der Sterntage um 1 größer ist als die der Sonnentage²⁾. — Daß das Jahr nicht eine

Zeit von etwa 2 bis 8 Meilen in der Sekunde sich durch den Fixsternraum bewegt, so daß sie gegenwärtig auf das Sternbild des Herkules zuschiebt. — Wir sehen aber im folgenden von dieser Bewegung ab.

1) Die Erdbahn hat die Gestalt einer Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht (Kepler 1609). Dieser Brennpunkt ist aber nur um $\frac{1}{40}$ der großen Halbachse vom Mittelpunkt der Ellipse entfernt: solche Ellipsen unterscheiden sich selbst in großen und genauen Zeichnungen noch nicht merklich von einem Kreise (vgl. Fig. 285).

2) Gleichnis: Ein Mann gehe in einem Kreise um eine Lampe herum, die in der Mitte eines Bildersaales hängt (man denke sich daselbst etwa Abbildungen der zwölf Sternbilder des Tierkreises in entsprechender Reihenfolge angebracht); nach welcher Ordnung wird ihm dann die Lampe nach und nach die Bilder verdecken? — Wie oft während eines Rundganges steht der Mann die Lampe vor sich, wenn er sich während dessen Dauer z. B. viermal (366 mal) um seine Längsachse (u. zw. im Sinne des Rundganges WSO) dreht?

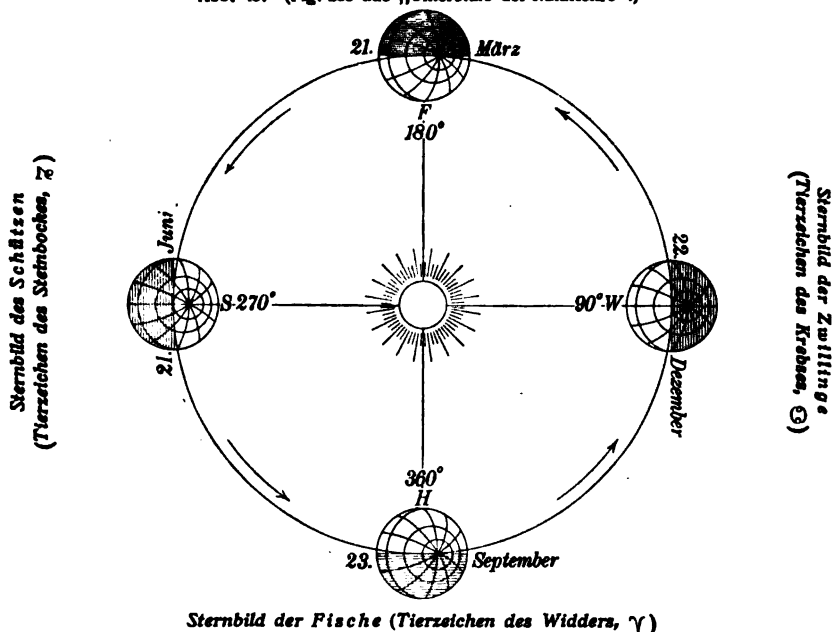
ganze Zahl von Tagen, sondern $\frac{1}{4}$ Tag (genauer $5^h 48^m$) mehr umfasst, macht die Einfügung von Schaltjahren nötig, u. z. wird jedes Jahr, dessen Jahreszahl durch 4 teilbar ist (ausgenommen 1800, 1900; 2100, 2200 .) statt zu 365 zu 366 Tagen gerechnet.

Suche dir nun zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten, z. B. am 21. Juni, 21. März mittags, vorzustellen, nach welcher Richtung des Weltraumes sich augenblicklich a) der Erdmittelpunkt, b) dein Heimatsort bewegt!

186. Die Jahres- und Tageszeiten erklären sich nach dem Koppernikanischen System gemäß Fig. 285 auf folgende dritte Art (vgl. § 183):

1. Am 21. (22.) Juni fallen die Sonnenstrahlen am steilsten auf die Horizontale der Orte unter $23\frac{1}{2}^\circ$ nördl. Br.: um diese Zeit hat also die nördliche Halbkugel Sommer, die südliche Winter. Ein halbes Jahr später" usw.

Abb. 45. (Fig. 285 aus „Unterstufe der Naturlehre“.)



Bekanntlich haben diese Erklärungen nach der „Dritten Art“, nämlich der heliozentrischen, im Unterricht der mathematischen Geographie die längste Zeit die erste und einzige Art der Beschreibung und Erklärung aller Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse abgegeben. Diese Figur wurde sofort im Tellurium [bei LOCKYER durch „Orangen mit Fliegen“ und Zwirnknäuel] nachgebildet. – Die Einwendungen gegen eine solche Beschränkung auf die kopernikanische Vorstellung sind hier nicht mehr zu wiederholen; sie haben ja sozusagen den Hauptinhalt

der bisherigen „Klagen und Anklagen“ gebildet. Vielleicht aber kann es als ein weiterer Versuch der Verständigung gelten, wenn man einfach die didaktische Frage aufwirft: Sollte denn, selbst wenn man als das einzige würdige Ziel des Unterrichtes in der astronomischen Geographie das Verständnis dieser Fig. 285 hinstellen wollte, nicht wenigstens im Dienste eines Festersitzens aller an diese Figur zu knüpfenden „Erklärungen“ auch der von den geozentrischen Anschauungen her stetig gebahnte und begangene Weg durch die „Erste Art“ und „Zweite Art“ willkommen heißen werden?

Vorstehender Lehrtext ist so knapp gefaßt, daß er im mündlichen Unterricht gewiß sehr viel wortreicher wird ausfallen müssen, wenn er die Schüler in didaktisch allseitig wirksamer Weise an den neuen ungeheuren Gedankenkreis überhaupt heranzuführen und sie dann gar in ihm heimisch werden lassen will und soll. Mögen aber zwischen Schüler und Lehrer noch gar viele vermittelnde Worte nötig sein, die, wenn sie ihren Zweck erfüllt haben, eben darum der gedruckte Lehrtext nicht zu enthalten braucht, so werden für den Leser dieser Didaktik doch schon einige wenige Bemerkungen über die Absichten jenes Lehrganges genügen.

Vor allem sei das klare, scharfe Auseinanderhalten der „zwei Hauptsätze“ als *conditio sine qua non* dafür festgehalten, daß die ganze kopernikanische Erklärung der dem Schüler geläufig gewordenen „Erscheinungen“ diese nicht hinterher wieder mehr verdunkle als erhellte. An Konfusionen teils verbaler, teils realer Art fehlt es ohnedies nicht selbst in sonst guten Darstellungen: Sie fangen an bei dem Durcheinanderwerfen der Wörter „Umdrehung“ und „Umlauf“ (– richtig sind nur „Umdrehung [Rotation] um die Achse“, „Umlauf [Revolution] um die Sonne“ –, falsch dagegen z. B. „Umdrehung um die Sonne“; für dieses Auseinanderhalten der Anschauungen und Begriffe von Translation und Rotation hat vor allem der Unterricht der Physik als solcher aufzukommen). – Vgl. hierzu die „Blütenlese“ im Anh. III.

Aber auch abgesehen von sprachlichen Mängeln (die ja ohnedies in der Mehrzahl wieder schon Anzeichen sachlicher Unklarheiten sind) darf man getrost behaupten, die kopernikanische Lehre sei von jemand, jung oder alt, nicht verstanden und sie sei für ihn noch weniger auch nur eine Beschreibung klar erfaßter Tatsachen, wenn er auch nur einen Augenblick die Antwort auf Fragen wie die schuldig bleibt, ob die Umdrehung der Erde

in einem Sterntag oder in einem Sonnentag¹⁾ erfolgt (– von gröberen Unkenntnissen gar nicht zu reden, wie etwa, ob die Umdrehung in einem Jahre, der Umlauf in einem Tage erfolge). Vielmehr sollte dem Schüler, ehe man vom ersten zum zweiten Hauptsatze übergeht, auf alle Art eingeschärft werden, daß der Satz „Die Erde dreht sich um ihre Achse“ nur eine Angelegenheit zwischen Erde und Fixsternhimmel sei, dagegen mit der Sonne gar nichts zu tun habe. Wieviele unserer „Gebildeten“ das wohl wissen mögen?! Vieviele wohl mit ungläubigem Lächeln reagierten, wenn man ihnen sagt, der Satz von der täglichen Drehung der Erde gälte auch dann, wenn es gar keine Sonne gäbe? Vieviele von jenen Halbgebildeten, die gerne den Brocken von der „Relativität aller Bewegung“ wiederkauen, oder noch summarischer sich mit dem „Alles ist relativ“ brüsten und – begnügen, wüßten kurz und klar zu antworten auf die Frage: Woran würden wir, auch wenn wir nie eine Sonne hätten auf- und untergehen sehen, doch erkennen, daß sich die Erde „dreht“, und zwar von West (über Süd) nach Ost? Ja – was hießen dann die Wörter Ost und West? Würden solche mehr oder minder Gebildete wirklich sofort den Fixsternhimmel und nur ihn als Bezugssystem geltend machen? Wenn sie zum großen Teile ja doch, wie wir leider wissen, nie einen Blick zum Fixsternhimmel gewendet haben! Und also noch weniger ihn von Ost über Süd nach West binnen 24 Stunden *minus* 4 Minuten sich haben drehen sehen! Werden aber so ganz simple Fragen nur zu leicht auch noch von Erwachsenen als Vexierfragen empfunden (in welchem Falle es also der gute Ton gebietet, von solchen Dingen überhaupt nicht weiter zu reden), so können sie als Kreuz- und Querfragen natürlich doch dem Schüler auf keinen Fall erspart bleiben, und sie können und müssen für den Lehrer das *experimentum crucis* bilden, ob er sich schmeicheln dürfe, seinen Schülern wirklich die Sache klargemacht und nicht nur eine *fable convenue* aus einer Sprache in eine andere, die kopernikanische, übersetzt zu haben.

Hoffentlich hört aber aus dem Rat zu Kreuz- und Querfragen kein Lehrer den Rat heraus, nun etwa dem Schüler diese Übungen im kopernikanischen Denken zu einer *crux*, zu einem Stück „Schulelend“ zu machen. Auch dieses Stück Unterricht findet

1) Vgl. oben S. 6.

vielmehr seinen pädagogischen Wertmesser darin, daß Freude am allmählichen Fortschreiten in der Klarheit ein beständiger Begleiter aller Belehrungen ist und bleibt. Diese auch dann, wenn die Schwierigkeiten ganz beträchtlich werden, wie in der durch die letzten drei Zeilen des obigen § 185 verlangten Rechenschaft darüber, „nach welcher Richtung des Weltraumes sich augenblicklich a) der Erdmittelpunkt, b) der Heimatsort bewegt¹⁾“. Eine in der Tat so schwierige Aufgabe, daß kaum je ein erwachsener Nichtastronom, wenn jene zwei Fragen unvermittelt an ihn herantreten, um die Antwort nicht sehr verlegen wäre. Oder wer wüßte sogleich mit ausgestrecktem Arm jene zwei Richtungen zu weisen? Aber wenn auch für den Unvorbereiteten noch so schwierig, können solche Fragen füglich doch nicht nur als Vexierfragen empfunden werden. Daß „wir durch den Weltraum fliegen“, wissen und glauben ja heute Kinder wie Gelehrte: müßte demnach nicht jeder, der über der Gelehrsamkeit noch nicht ganz alles konkrete Denken verlernt hat, sich jeden Augenblick darüber Rechenschaft geben zu können das Bedürfnis fühlen, wohin gerichtet dieser Flug sei? Aber wir wissen es ja leider längst: der gigantische Gedanke des KOPERNIKUS hat die intellektuellen Bedürfnisse nur all zu Vielen nicht erhöht, sondern gedämpft²⁾. Gewiß weil er von vornherein zu groß war für Durchschnittsintelligenzen. Wird aber die Schule noch dazu helfen dürfen und nicht vielmehr auf jede didaktisch mögliche Abhilfe des Mißstandes sinnen müssen, daß wir von „Bewegungen“ reden und dabei doch fast grundsätzlich darauf verzichten, uns auch nur die elementarsten Merkmale gerade dieser unserer eigenen Bewegung, ihre jeweilige Richtung und Geschwindigkeit, so anschaulich als nur möglich vorzustellen?

Was die Lösung der wirklich nicht mehr leichten Aufgabe betrifft, so wird der Lehrer gut tun, sie überhaupt erst an einem Tage und zu einer Stunde aufzuwerfen, wenn die Antwort auf die Frage verhältnismäßig leicht zu geben ist. Aber auch dies schlechterdings nur für einen Schüler, der schon ganz gewandt umzugehen weiß mit seinen sehr allmählich erworbenen Anschauungen von der Lage der Ekliptik am Nacht- und Tageshimmel. Also z. B. 21. Juni mittags; nehmen wir noch an, daß wir aus einem Südzimmer auf die soeben den höchsten Stand des ganzen Jahres einnehmende Sonne zu blicken in der Lage

1) Diese Übungen empfiehlt auch SCHWARZSCHILD, s. u. S. 232.

2) Vgl. oben, S. 10, die Worte von BURCKHARDT.

sind. Der Schüler muß sich nun sofort vergegenwärtigen können, daß von diesem Orte der Sonne aus die (Tangente an die) Ekliptik gegen den Ost- und den Westpunkt hin verläuft — daß also, geozentrisch gedacht, die Sonne in der Richtung der Tangente an jenem „höchsten“ Punkte der Ekliptik genau wagrecht gegen Osten flöge — also die Erde, heliozentrisch gedacht, jener Richtung antiparallel genau gegen Westen fliegt. — „Die Erde“ heißt hier genauer: „der Erdmittelpunkt“; wollen wir uns also auch noch die Bewegung unseres Heimatsortes vorstellen, so müssen wir zu jener dem zweiten Hauptsatz entsprechenden Bewegung noch die dem ersten Hauptsatz entsprechende unseres Heimatsortes infolge der täglichen Rotation hinzunehmen; die in eben dieser (und eben deshalb einfachsten) Aufgabe zum Glück mit der vorher ausgedachten Richtung gegen Osten übereinstimmt.

Wesentlich schwieriger ist schon die Aufgabe für den 21. März zur Mittagsstunde; etwas leichter für diesen Tag um 6 Uhr morgens oder 6 Uhr abends, weil da die Ekliptik wieder jene leicht vorzustellende Lage in bezug auf den Ost- und Westpunkt hat.

Für andere beliebige Tages- und Jahreszeiten wird die Aufgabe an die Raumphantasie der meisten, wenn auch sonst astronomisch-geographisch gut vorgeschulten Schüler schon zu schwierige Anforderungen stellen. Mag aber darum der Lehrer nur immerhin die Aufgabe als solche anregen und den Schüler innerwerden lassen, von welchem Punkte ab seine Kräfte nicht mehr ausreichen. Denn weil ja die Frage selbst eine ganz natürliche, naheliegende ist, so wird das vom Schüler verspürte Unvermögen, sie schon jetzt zu beantworten, im ganzen wohlthätig wirken und wenigstens etwas von der sokratischen Weisheit geben: „Ich weiß, daß ich nichts weiß“. Wobei „nichts“ ja doch wieder zu viel gesagt wäre, und somit das verhältnismäßig Wenige, was der Schüler eben doch schon über seine Flüge durch den Weltraum ehrlich erlernt zu haben weiß und mit gutem Gewissen sein Eigen nennt, von ihm und dem Lehrer nun um so höher geschätzt werden darf.

Bekanntlich interessiert den wissenschaftlichen Astronomen die Richtung, nach der die Erde jeweils in den Weltraum steuert, und der sozusagen jeweilig vorderste Punkt der Erdoberfläche, der Apex¹⁾, insbesondere bei der Erklärung des Radiationspunktes von Sternschnuppenschwärmen. Da die Sternschnuppen auch dem ersten Anfänger in der Astronomie sogleich ein interessantes Schauspiel sind, sobald er eben gelernt hat, zum Nachthimmel emporzusehen, so geben auch sie Gelegenheit, im Unterricht anschauliche Bilder von jener wechselnden Flug-

1) Vgl. zu diesem Begriffe auch SCHWARZSCHILD u. S. 232.

richtung der Erde zur Sprache kommen zu lassen; und da wieder der Schüler erst viel später zu erfahren braucht, daß die Sternschnuppen mit den Kometen zusammenhängen, so sei hier nur für den Lehrer (und etwaige sonstige Leser – nicht als Lehrprobe) eine Augenblicksbetrachtung aufgenommen, die eine dem Astronomen denkwürdige Veranlassung im Kometenjahre 1910 hatte und nach mehr als einer Hinsicht eine Art Anwendung zur Didaktik des kopernikanischen Systems bilden kann:

Die Kometentage von 1910 und die „Gebildeten“.

Da in die Tage der Niederschrift dieser Didaktik der Himmelskunde das Sichtbarwerden des Halleyschen Kometen fiel, so mag dieses – wenn es auch bis zur Drucklegung des Bandes vom großen Publikum schon wieder so spurlos vergessen sein wird, wie was immer für ein weltbewegendes Ereignis, für das sich der Bildungsphilister am Papierfeuer seines Leibblattes erhitzt hatte – doch auch an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben: schon als Erinnerung an unser oberstes didaktisches Prinzip, daß, wenn „am Himmel etwas los“ ist, es die Himmelskunde der Schule mehr angehe als alles systematische Lernen.

Nicht aber eine Erinnerung an all das, was Tausende von Zeitungsspalten in diesen Tagen gefüllt hat – von vollwertig wissenschaftlichen Beiträgen der Fachleute¹⁾ bis herunter zum törichten Geschwätz der Tagelohnschreiber, das man dem Publikum bieten zu müssen und zu dürfen hier wie in anderen exakt-wissenschaftlichen Dingen überzeugt war –, ist in dieser Didaktik festzuhalten. Sondern als für den Didaktiker besonders lehrreich sei eine ganz spezielle Tatsache im Verhalten des Publikums herausgehoben: Diesem waren die Voraussagen der Erscheinungen des Kometen natürlich zuerst in der Sprache des kopernikanischen Systems zugekommen [die Kometenbahn liege so und so zur Erdbahn, der Kometenschweif sei am 18. Mai von der Sonne gegen die Erde hin gerichtet usw.]. Diese Voranzeigen hatte sich nun das Publikum in seine geozentrische Sprache zu übersetzen, d. h. sich ein Bild davon zu machen, was es am Himmel zu sehen geben werde. Hierbei zeigte sich dann nicht nur volle Hülfslosigkeit²⁾, sich noch so annähernd den Ort in bezug auf die Sonne am Nordwesthorizont vorauszu denken, an dem in den Tagen nach dem Vorübergang

1) Als zwei inhaltlich bleibend wertvolle und auch rasch orientierende Abhandlungen seien aus der Zeitschrift „Himmel und Erde“ angeführt: GRAFF, „Der Halleysche Komet“. Ein Rückblick auf seine vergangenen Erscheinungen. Jhg. XXI 1909 (mit interessanten alten Abbildungen des Kometen) – und KRAUSE, „Die Erscheinungen des Halleyschen Kometen“ 1909/10 Jhg. XXIII. 1911.

2) Daß diese noch weit zurückgeht hinter alle Finessen von heliozentrisch

vor der Sonne der Komet mit freiem Auge aufzusuchen war; sondern mehrmals hörte der Verfasser am ersten und zweiten Tage, nachdem es mit dem „Weltuntergang“ nichts gewesen war: Wenn man schon an diesem kritischen Tage den Kometen nicht gesehen habe, so werde man ihn nun noch weniger sehen. Erst die Erwiderung, daß man ein Haus doch nicht dann von außen sehen könne, während man sich in seinem Inneren befinde, machte die Bahn frei für den Gedanken, daß man freilich den Kometen mit Kern und Schweif am allerwenigsten dann sich hatte auf den Himmel projizieren sehen können, während man noch im Schweif selbst steckte. Aber wie weit ist es von einem solchen negativen Gedanken noch bis zur positiven anschaulichen Vorstellung, was für einen Anblick man sich dann 2, 3, 4 Tage nach der Begegnung am Abendhimmel zu erwarten habe?

Dabei war scheinbar reichlich gesorgt für „Anschauungen“, indem die Zeitungen mehr oder minder gute Abbildungen gebracht hatten; sowohl nach dem geozentrischen System, wie die Kometen- und die Sonnenbahn sich auf den Sternenhimmel projizieren, als auch nach dem heliozentrischen System, wie Erde und Kometenbahn in bezug auf die Sonne liegen, beide auch in manchmal vortrefflichen Skioptikonbildern bei populären Vorträgen u. dgl. m. Woran hat es also gefehlt, wenn das laut angekündigte Schauspiel – mit mehr Spannung erwartet als vielleicht seit Jahrzehnten eine astronomische Erscheinung – im ganzen mit einer starken Enttäuschung endete? Gewiß nicht nur am Kometen selbst, der es nicht mehr zur verhältnismäßig immer noch glänzenden Erscheinung von 1835 brachte, die dem Verfasser ein lieber Angehöriger noch aus der Erinnerung seines achten Lebensjahres schilderte. Sondern es bestätigte sich nur wieder, was dem Didaktiker, der so viele „Klagen und Anklagen“ zu sammeln Gelegenheit hatte, nicht unerwartet kam: der fast ausnahmslose und diesmal besonders beschämend sich kundgebende Mangel an Schulung im Anschauen und Denken astronomischer Tatsachen überhaupt.

und geozentrisch, sondern bis zur absoluten Unwissenheit und Gedankenlosigkeit über die Abhängigkeit des „scheinbaren Ortes“ einer Erscheinung am Himmel vom Standort des Beobachters, belegt drastisch folgende Mitteilung von Prof. OPPENHEIM an den Verfasser: „Als im heurigen Frühjahr (Mai 1910) der Rummel bezüglich der Sichtbarkeit des Halleyschen Kometen losging, veröffentlichten alle Zeitungen Notizen darüber, wo der Komet am Himmel zu sehen sei. – So hieß es in einer Zeitung: ‘Der Komet ist deutlich sichtbar, u. zw. genau über der Spitze des Veitsdomes [auf dem Hradschin in Prag]!’ Und nun wanderten am nächsten Abend zahllose Menschenmassen ins Freie – die einen auf den Zizkaberg – die anderen auf die Schanzen hinter dem Belvedere – die anderen über die Bergstraße in Smichow hinaus – die anderen nach den Weinbergen – und alle suchten zuerst die Spitze des Veitsdomes – um über ihr den Kometen zu sehen, denn dort müsse er ja ‘gesichtet werden’, wie es immer in den Zeitungen stand.“

Wie aber wäre nun seitens eines planmäßigen Schulunterrichtes einer solchen allgemeinen Enttäuschung und insbesondere der in ihr offenkundig werdenden Beschämung unseres bisherigen Astronomieunterrichtes fast aller unserer Schulen zuvorzukommen gewesen? Wir stellen die Frage hier als eine Anwendung der ersten wirklichen Bekanntschaft des Schülers mit dem heliozentrischen System; wobei wir uns aber für Vierzehnjährige natürlich begnügen mit allerbeiläufigsten, aber nur eben nicht direkt unrichtigen oder gar absurden Umdeutungen dessen, was sie von der Erd- und Kometenbahn gehört hatten, und was ihnen aus populären Schriften und an Zeichnungen entgegengetreten war, was sie nun aber doch mit ihrer sehr bescheidenen eigenen Kraft auf die unmittelbare Erscheinung am Himmel füglich müssen rückdeuten können. — Es bedarf keiner näheren Darlegung, wie sich die gleiche Übung für Schüler der obersten Jahrgänge erweitern würde, und wie hier namentlich, wenn in unserem VII. Jahrgang die Grundgedanken der Gravitationsmechanik NEWTONS entwickelt sind, sich auch die historischen Mitteilungen über HALLEYS Anwendungen der NEWTONSchen Methoden auf die Kometen überhaupt zu einem didaktisch höchst willkommenen Anlaß hätten gestalten lassen. Aber auch schon gegen Ende der Unterstufe (unser IV. Jahrg.): Gesetzt, der Schüler nimmt, was er über Erd- und Kometenbahn, über die durch die Sonne gehende Durchschnittsgerade beider Bahnebenen, über das zufällige (erst nach Jahrtausenden sich wiederholende) Eintreffen beider Körper just in jener Durchschnittsgeraden gelesen und in Zeichnungen gesehen hat, einstweilen auf Treu und Glauben an; wie er ja auch alles andere an heliozentrischen Mitteilungen eben nicht „sehen“ kann, sondern sich, je nach der Entwicklung seiner Raumphantasie, mehr oder minder anschaulich nur „vorstellen“ muß. Und erst was dann aus diesen Annahmen folgt, muß der Vierzehnjährige in gröbsten Zügen allerdings in sein aus Wahrnehmungsvorstellungen erworbenes und durch Erinnerungs- und Phantasievorstellungen im engeren Sinn kohärent gemachtes Himmelsbild ebensogut und verhältnismäßig sicher einzutragen wissen, wie er z. B. in unserer Übung (oben S. 219) die augenblickliche Flugrichtung der Erde und des Schulzimmers sich auszumalen hatte. Doch sowie man mit dieser Forderung ernst macht, mag man auch sie schon wieder zu schwierig finden — mag aber dann von neuem bedenken, ob man denn auch alles getan hat, die Schwierigkeiten rechtzeitig auch mit den rechten didaktischen Mitteln zu überwinden. Schalten wir also zur Erleichterung noch eine zweite Aufgabe ein: Man lege vor den Schüler zwei gute Zeichnungen der relativen Örter von Fixsternhimmel, Sonne, Erde, Komet nach dem heliozentrischen und nach dem geozentrischen System, und fordere von ihm nur, daß er die Lageangaben der heliozentrischen Zeichnung in den gröbsten Zügen wiedererkenne in der geozentrischen. Wäre auch das noch zu schwierig — nur dann gebe man zu, daß über-

haupt das heliozentrische System für einen nicht nur dogmatisch sein wollenden Unterricht 14jähriger, geschweige denn 10- und 6jähriger zu schwierig sei. Aber wer solche Hoffnungslosigkeit wenigstens für die 14jährigen nicht teilt, gestehe sich dann überdies ein, daß von dem Übertragen der heliozentrischen Zeichnung zum geozentrischen Anblick des Morgen- und Abendhimmels, kurz zum Sich-Heimischfühlen im Himmelsanblick, noch immer ein starker didaktischer Schritt fehlt. Sind aber alle Schritte bis zu diesem letzten schönen Ziel der Unterstufe des himmelskundlichen Unterrichtes mit Geduld und Geschick getan, so tut sich auch jener letzte wohl schon wie von selbst. — In wieviel Schulstuben und abendlichen Exkursionen jugendlicher Kometensucher mag der Wonnemond 1910 ein solches Gefühl wohlgetaner Arbeit und ihres Lohnes durch eine allererste Himmelskunde gezeitigt haben?

Nicht so seltene Gäste wie große, mit freiem Auge sichtbare Kometen sind die Planeten. Wenn wir auch empfohlen haben (S. 211), diese auf der Unterstufe noch nicht zur „Begründung“ des kopernikanischen Systems heranzuziehen, vielmehr diese der zusammenhängenden Darstellung der Oberstufe zu versparen, so darf dieser Rat doch nicht doktrinär dahin mißverstanden werden, als sollte nicht auch hier ein gelegentliches Beachten und Beobachten der Planeten einen Übergang von der Unter- zur Oberstufe herstellen.

Schon oben (S. 197) wurde eine auffallende Stellung der Venus nahe ihrer größten östlichen Elongation als ein vielleicht besonders wirksames Mittel empfohlen, die Raumvorstellung des Anfängers für kosmische Riesenentfernungen auszuweiten. Sich die Venusbahn zwischen Sonne und Erdbahn hindurchgeschlungen zu denken, wird jedenfalls unter die verhältnismäßig einfachsten Übungen im nicht nur mehr „Denken“, sondern doch auch wieder „Anschauen“ nach dem kopernikanischen System gehören. Es mag aber auch, sobald der Schüler noch auf der Unterstufe gelegentlich seiner Fixsternstudien auch auf die Planeten regelmäßig Acht hat und so den Unterschied zwischen den von der Sonne bis etwa 22° (Merkur) oder 48° (Venus) sich entfernenden inneren und den einer solchen Beschränkung nicht unterliegenden äußeren Planeten bemerkt hat, ganz angemessen sein, ihm auch etwas über die Erklärung zu sagen, die das „ägyptische Weltsystem“ dieser Tatsache gegeben hatte, daß nämlich wenigstens Merkur und Venus schon als „um die Sonne laufend“ gedacht wurden; und so auch von TYCHO, der im übrigen ein Gegner des kopernikanischen Systems war. Wenn wir also noch diesen großen Vorgänger und „Chef“ KEPLERS auf dem halben Wege des Fortschrittes stehen bleiben sehen, so läßt sich diesem geschichtlichen Umstand auch ein didaktisches Vor-

bild für ganz langsames Vorgehen in kleinen Schritten vom ptolemäischen über das „ägyptische“ („römische“) zum kopernikanischen System entnehmen (— dies wohl erst auf der Oberstufe).

Im übrigen wird man aus den beiden als Anhang II abgedruckten Programmen ersehen, daß der Verfasser selbst auch schon mit einer dritten und vierten Klasse für die Planeten ein Auge hatte. — Aber auch das sei hier noch eingestanden, daß erst während so mancher dem Jahre des ersten Programmes (1889/90) vorausgegangenen Anleitungen der Schüler zum Beobachten des Himmels der Verfasser selbst das Vorurteil zu überwinden hatte, als hätten die Planeten nur ab und zu, sozusagen ausnahmsweise, die Gefälligkeit, den Schülern sehenswerte Schauspiele darzubieten. Ganz im Gegenteil ist aber bekanntlich gerade das eine Ausnahme, daß wir auch nur wenige Wochen hindurch einmal keinen Planeten zu bequemer Zeit (abends oder nicht zu früh morgens) zu sehen bekommen. — Diese immer wieder neuen und darum besonders eindrucksvollen Anlässe für ein Aufblicken zum Nachthimmel nur nicht ohne Not versäumt — und die Schüler werden auch schon von der zweiten Stufe unseres Lehrganges der Himmelskunde soviel von den Planeten mit eigenen Augen gesehen haben (vgl. das klägliche Schülerwort „Die Planeten kann man ja gar nicht sehen!“, S. 8), als auf der nun folgenden dritten Stufe schon z. B. in den ersten der SCHÜLKESchen Aufgaben (S. 240ff.) als bekannt vorausgesetzt wird.

**Dritte Stufe: Astronomisches im Mathematikunterricht
des fünften und sechsten Jahrganges.**

(Fünfzehntes und sechzehntes Lebensjahr.)

**§ 15. Vorbemerkung über das Mathematische
im astronomischen Unterricht.**

Im I. Bande dieser „Didaktischen Handbücher“ wurde wiederholt (I. S. 270, 273, 288, 291 u. a.) vorverwiesen auf die Zuschüsse, die der Unterricht der Mathematik seitens der Astronomie zu erwarten habe. Bei dem Gewicht, das wir dort und hier der angewandten Mathematik innerhalb des mathematischen Lehrstoffes beimessen, lag die Bedeutung von Aufgaben astronomischen Inhalts doppelt nahe; denn auch die Mittelschul-Astronomie ihrerseits verlangt stärker und unmittelbarer als jedes andere Mittelschulfach endlich nach Mathematik (innerhalb der Physik ist ja die Mechanik, innerhalb dieser — vgl. § 19 — der astronomische Teil der am stärksten mathematische). Dennoch soll es in diesem II. Band nicht der mathematische, sondern der astronomische Gesichtspunkt sein, der für die Auswahl solcher Aufgaben in

erster Linie maßgebend ist. Galt es nämlich im I. Bande durch das Betonen der Anwendungen hauptsächlich ungesunden Formalismus überhaupt zu bekämpfen (was die Würdigung des gesund Formalen, insbesondere des richtig verstandenen, nicht mißbrauchten Begriffes der „formalen Bildung“ nicht ausschloß, I. S. 480), so wird es nun in diesem II. Band von vornherein als zugestanden gelten dürfen, daß nur scheinbar astronomische, in Wahrheit aber doch auch wieder formalistische Aufgaben ebenso im Interesse des mathematischen wie des astronomischen Unterrichtes auszuschneiden sein werden. Freilich werden Meinungsverschiedenheiten darüber, ob die astronomische Einkleidung einer mathematischen Aufgabe nur eine äußerliche sei, oder ob ein wirklicher astronomischer Inhalt nach mathematischer Formulierung und Behandlung verlangt und sie gefunden habe, nicht immer zu vermeiden sein, und es werden also Ausmaß und Abgrenzung, wieviel des mathematischen Übungsstoffes zugleich astronomischer Lehrstoff sein und werden soll, letztlich zum Teil Geschmacksache bleiben.

Da aber, wie in § 4 vorläufig in Aussicht genommen, während dieser zwei Jahrgänge (des zweiten der Mittelstufe und des ersten der Oberstufe des mathematischen Unterrichtes) der astronomische Unterricht als solcher keine stetige Fortsetzung erfährt, d. h. nicht ein selbständiger astronomischer Lehrstoff den mathematischen begleitet¹⁾, und also nicht durch augenblick-

1) In diesem Sinne sagte ich schon im V. 1889:

„Auch im Unterrichte der beiden folgenden Schuljahre brauchen Anregungen zu fortgesetztem Verkehr mit den Vorgängen am gestirnten Himmel keineswegs ganz auszusetzen, wenn auch keines der Lehrfächer der V. und VI. Klasse Elemente der Astronomie oder astronomischen Geographie zu seinem Lehrstoffe zählt. — Es liegt mir am nächsten, auf die Mathematik hinzuweisen, welcher es nirgends an Gelegenheit fehlt, wertvollen Übungsstoff dem Gebiete jenes Erscheinungskreises zu entnehmen. Ich führe als Beispiele die bereits oben [S. 7 Anm.] erwähnten aus dem Übungsbuch von HEIS an über die relativen Bewegungen von Sonne und Mond bei Finsternissen (§ 63, Nr. 135), über die Bewegungen beider Himmelskörper längs der Sternbilder des Tierkreises und das hievon abhängige Verhältnis zwischen Jahr, siderischem und synodischem Monat (§ 63, Nr. 160); und das analoge Beispiel (ib.) über die Konjunktionen der Venus und die Dauer ihres Erscheinens als Abend- und Morgenstern. — Durch einiges Verweilen bei letzterem Beispiel erreichte ich es, daß mehrere der Schüler anhaltend die Bewegungen der Venus während der letzten Monate verfolgten, über die Größe ihrer Elongationen usw. Bescheid wußten und dabei auch unversehens dahin gelangten, sich am Himmel überhaupt etwas auskennen zu lernen. — In der Trigonometrie der VI. bilden dann ohnedies astronomische Aufgaben ein ergiebiges Übungsgebiet. Freilich sei nebenbei konstatiert, daß Aufgaben wie die bekannten, aus den Sonnenhöhen zur Zeit der Solstitien die geographische Breite und die Schiefe der

liche Bedürfnisse astronomischer Belehrungen schon ein bestimmter Lehrgang oder eine Abfolge der zu lösenden Mathematikaufgaben astronomischen Inhalts vorgezeichnet ist, so werden es, unbeschadet des konkret astronomischen und geographischen, nicht bloß abstrakt mathematischen Charakters solcher Aufgaben, immerhin doch die Bedürfnisse und Leistungen des mathematischen Unterrichtes als solchen sein, die den Lehrer der Mathematik jetzt diese, später jene astronomische Aufgaben in den Dienst seines Unterrichtes stellen lassen.

Aber soviel darf und muß der astronomische Unterricht als solcher seinerseits auf alle Fälle verlangen, daß neben und vor der mathematischen Durchführung einer Aufgabe der Lehrer auch alle Anforderungen, die die Didaktik der Astronomie als solche stellen kann und muß, wirklich erfüllt hat: also sich vergewissere, daß – um mit dem äußerlichsten anzufangen, mit den vorkommenden astronomischen Kunstaussdrücken wirkliche Begriffe und mit den Begriffen Anschauungen sich verbinden; daß die einzelne Aufgabe ebenso wie mathematisch auch astronomisch nicht unvermittelt und unvorbereitet an den Schüler herantrete; daß eine die astronomische Einkleidung nur äußerlich zur Schau tragende formalistische Rechen- oder Zeichenaufgabe von vornherein kein wirkliches Interesse, weder ein mathematisches noch ein astronomisches, aufkommen ließe; ja daß, wenn solche didaktische Fehler sich wiederholten, sehr bald das im geographischen und physikalischen Unterricht angebahnte astronomische Interesse durch den mathematischen Unterricht nur ertötet werden könnte – und was solcher didaktischer Ratschläge und Warnungen noch mehr sind.

Es bleibe hier ununtersucht und unerörtert, inwieweit bis jetzt nicht einmal diese fast selbstverständlichen didaktischen Gesichtspunkte im Zusammenarbeiten der Mathematik mit der Astronomie unserer Mittelschulen schon einigermaßen allgemein traditionell sind. Ehe wir aber in den beiden folgenden §§ 16, 17 (und dann

Ekliptik zu berechnen, allgemeinen Schrecken hervorzurufen pflegen, da geglaubt wird, man müsse die längst vergessenen Regeln vom Tellurium in aller Geschwindigkeit behufs eines solchen Beispiels neu lernen. Sich dagegen einfach an die „scheinbare“ Bahn der wirklichen Sonne zu halten, die man am 22. Dezember von einer Stelle um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ unter, am 21. Juni um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Himmelsäquator hat ins Zimmer scheinen sehen, kann natürlich einem Schüler, der nie an eine solche hausbackene Betrachtungsweise seitens der Schule gewöhnt worden ist, nicht sogleich gegen seine Telluriumgewohnheiten von selbst einfallen.“ [Vgl. die Aufgabe S. 249 ff.]

auch in den §§ 19, 20, S. 297, 310, § 20, S. 323–327) einen in den Mathematikstunden unmittelbar zu verwendenden Lehr- und Übungsstoff astronomischen (einschließlich astronomisch-geographischen) Inhaltes darbieten, mögen noch folgende zwei grundsätzliche Gesichtspunkte schon hier ihren systematischen Platz finden.

Erstens: Das Mathematische im astronomischen Unterricht fängt nicht erst dort an, wo ein mehr oder weniger kunstgemäßes Rechnen oder Zeichnen, sondern dort, wo ein eben solches Messen didaktisch möglich geworden ist.

Nach diesem Gesichtspunkte könnte man nun allerdings auch schon einzelne Übungen des ersten Jahrganges, wenn nämlich die Zehnjährigen z. B. die Längen der Mittagsschatten vom Fensterkreuz ihres nach Süden gelegenen Schulzimmers im Herbst, im Winter und im Sommer zu messen angeleitet wurden, als „mathematisch“ bezeichnen. (Daß leider die „mathematische Geographie“ diesen ihren Namen wenigstens innerhalb des herkömmlichen Schulbetriebes am allerwenigsten nach solchen Übungen im Messen, sondern in sehr viel abstrakterem Sinn erhalten hat, wurde schon im § 8, S. 132 vermerkt.) Es wäre aber nicht ratsam, die Beziehung von Mathematik und Messen für die Astronomie (und astronomische Geographie) nach solchen allzu bescheidenen didaktischen Gesichtspunkten ihrerseits zu bemessen: denn mit Recht würde dann der astronomische Fachmann als solcher einwenden können, daß solche allzu bescheidene Anforderungen dem Schüler das Verständnis für die Aufgaben wirklichen astronomischen Messens im Sinne der Wissenschaft eher verdunkeln als ihm für ihre ernste Bedeutung einen ersten Blick eröffnen könnten.

Stellen und halten wir dagegen fest, daß dem Schüler eine Anschauung und ein Begriff von eigentlich astronomischen Messungen erst dann gegeben werden kann, wenn er mittels eines wenn auch noch so vereinfachenden und vereinfachten Apparates, z. B. einer Winkeltrommel¹⁾, nicht nur solche Messungen selbst vorgenommen, sondern sich auch über den Genauigkeitsgrad der Messung Rechenschaft zu geben angefangen hat, so werden wir von einem eigentlich Mathematischen im astronomischen Unterricht kaum früher sprechen können als von unserem fünften Jahrgang an (mit dem z. B. in Österreich das „Obergymnasium“ beginnt); einiges Nähere hierüber noch zu Ende dieses § 15, S. 236.

1) Vgl. über KOPPE'S Winkelmesser SCHÜLKES Aufgaben-Sammlung I, S. 122.

Schon jetzt aber sei als vorbildlich dafür, wie die Forderung eines eigentlichen Messens mit dem elementaren Charakter des Mittelschulunterrichtes sehr wohl verträglich ist, hingewiesen auf die Abhandlung von K. SCHWARZSCHILD „Astronomische Beobachtungen mit elementaren Hilfsmitteln“¹⁾. Behandelt werden: I. Aufgaben der

1) „Beiträge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen.“ Vorträge gehalten bei Gelegenheit des Ferienkurses für Oberlehrer der Mathematik und Physik, Göttingen, Ostern 1904 von O. BEHRENDSEN, E. BOSE, E. RIECKE, J. STARK und K. SCHWARZSCHILD, gesammelt und herausgegeben von E. RIECKE. B. G. Teubner 1904 (190 Seiten). — Es seien hier auch die Eingangs- und Schlußworte wiedergegeben: „In jedem aufgeweckten jungen Menschengemüt schlummert ein Stück astronomischer Begeisterung. Es ist uns allen eingeboren, daß unser Geist hinauf und vorwärts dringt. . . So sehr daher im Jugendunterricht auch die technischen Anwendungen der Physik und Mathematik mit ihren überwuchernden praktischen Interessen vordrängen werden, die Astronomie behält ihren besonderen Platz, da sie mit der Exaktheit der Naturwissenschaft den Idealismus der Weltabgewandtheit verbindet. — Aber die Astronomie scheint noch in anderer Hinsicht in hervorragender Weise für diejenige Geistesgymnastik geeignet zu sein, die dem Menschen des kommenden, gewißlich erst recht technischen Jahrhunderts mitgegeben werden muß. Wenn reine Mathematik und Sprachwissenschaften die logische und gemütliche Durchbildung fördern, so wird es daneben immer notwendiger, das Anpacken der groben Materie zu verstehen, nicht nur die Ideen im Laufe der Erscheinungen wieder erkennen, sondern sie auch in Praxis umsetzen zu können. — Astronomische Beobachtungen mit elementaren, selbst herzustellenden Hilfsmitteln können hier vortrefflich eintreten. Sie erfordern eine gewisse Ausbildung der Sinne und technische Geschicklichkeit, ohne der bloßen Spielerei zu nahe zu liegen. Der zur Verwendung kommende mathematische Apparat kann völlig innerhalb des Rahmens der bisherigen Schulmathematik gehalten werden. Was ich Ihnen im folgenden vorführen will, soll Material zu derartigen Unternehmungen bieten, und zwar vor allem für die obersten Gymnasialklassen. Für die anschauliche Gestaltung und praktische Betätigung im astronomischen Anfangsunterricht genüge der Hinweis auf die erquickend frische Programmschrift von Fr. EDLER (Aneignung astronomischer Begriffe auf der Schule. Städtische Oberrealschule zu Halle a. S. 1903) und auf die pädagogisch angelegte bekannte 'Populäre Himmelskunde' von A. DIESTERWEG, in 11. Auflage neu bearbeitet von W. MEYER und B. SCHWALBE (Berlin 1890).“

Die Schlußworte des Vortrages lauten: „Meine Herren! Sie werden es mir nicht zum Vorwurfe machen, wenn ich zum Schlusse die Beschränkung auf elementare Beobachtungen habe gänzlich fallen lassen und Sie mit der Temperaturbestimmung des Algol bis zu den Grenzen der heutigen Wissenschaft geführt habe. Mögen Sie den Eindruck gewonnen haben, daß es schön ist im Tempel der Urania, und wenn Sie nur die Lust fühlen, so darf es Ihnen auch an Mut nicht fehlen, an der Pforte anzuklopfen und die Jugend mit heranzuführen. Ein freundliches „Herein“ wird den harrenden Jünger unerwartet bald begrüßen, auch wenn er nicht mit den Schätzen amerikanischer Millionäre zum Bau von Riesenfernrohren beladen kommt.“

Auch aus einem Aufsatz von SCHWARZSCHILD „Über Astronomie auf den höheren Schulen“ (Monatsschr. f. höh. Schulen, Berlin 1909) führe ich folgende Sätze als wertvolle Bestätigungen mehrerer in diesem Bd. II. der Did. Handb.

Zeit- und Ortsbestimmung; II. Astrophysikalische Beobachtungen.

Es sei aus I. nur folgendes im einzelnen angeführt (die Art der genauen Durchführung der gestellten Aufgabe ist in der Abhandlung selbst nachzulesen):

(S. 161) „Wir knüpfen unsere erste astronomische Unternehmung an den Wunsch an, etwas über die Güte unserer Taschenuhr zu erfahren, zunächst nachzuprüfen, mit welcher Genauigkeit sie in einem mittleren Sonnentag den doppelten Umkreis zurücklegt. Es läßt sich das nicht an der Sonne, sondern an Sternen am leichtesten und sichersten prüfen ... Diese Methode der Uhrkontrolle geht auf Dr. **OLBERS** (1801) zurück ... Geben wir **OLBERS** selbst das Wort, indem wir nur vorausschicken, daß, wenn man das von **OLBERS** erwähnte kleine Fernrohr durch eine Platte am Fenster mit einer Öffnung von etwa 1 cm Durchmesser ersetzt, die Dauer des Tages immer noch bis auf wenige Sekunden genau kontrolliert werden kann ...“

(S. 163) „So würde man nach **OLBERS** mit Hilfe eines kleinen durchbohrten Brettchens und einer Hauskante den Lauf einer Uhr für beliebige Zeiten bis auf wenige Sekunden genau bestimmen können. Aber eins würde dabei fehlen. Man würde immer nur das Vorgehen oder Zu-

vertretenen Forderungen an: „Drei allgemeine Gesichtspunkte können als eigenständliches Ziel der Beschäftigung mit astronomischen Gegenständen besonders genannt werden. Die freie Betätigung der Raumanschauung, die Erkenntnis der ungeheuren Größe der Welt verglichen mit irdischen Dimensionen, die Einführung in den Begriff des Naturgesetzes und der exakten Naturwissenschaft überhaupt. . . Es würde gut sein, neben der üblichen theoretischen Erklärung auf dem Papiere oder an Modellen, die Jugend auch auf das wirkliche Anschauen des Himmels hinzulenken. Die Vorstellung eines etwa vorgezeigten Planetariums tritt allzuleicht an Stelle derjenigen der Wirklichkeit. . . Man kann die große Entfernung des Mondes aus dem Mitwandern desselben beim Spazierengehen ableiten. Man kann ferner mit Aristarch konstatieren, daß beim ersten Mondviertel der Winkel zwischen Sonne und Mond ein rechter ist, und daraus auf die große Entfernung der Sonne im Verhältnis zum Monde schließen. . . Man kann im Klassenzimmer fragen: Wo steht jetzt die Sonne? Wie hat man ein Blatt Papier zu halten, damit es der Ebene der Erdbahn im gegenwärtigen Augenblick parallel liegt? Deute in die Richtung, in welcher sich eben die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne bewegt! . . . Man kann, alles in allem, die Geister zu einem freien Schweben im Raume bewegen, bei welchem sie die Erde als ihren zwar vertrautesten, aber doch zufälligen Standpunkt empfinden, und so nicht nur die Raumvorstellung aufs kräftigste fördern, sondern für einen Augenblick auch eine gewisse heilsame sittliche Erhebung über irdischen Kleinkram zuwege bringen.“

Als Wissenschaft des Gesetzes steht die Astronomie trotz der Fortschritte der Physik noch immer voran. Sie prophezeit durch Deduktion aus dem Attraktionsgesetz mit der Genauigkeit, mit der das unbewaffnete Auge beobachtet, viele Jahrtausende vorwärts und schaut ebenso weit zurück. . . Der Ersatz der Induktion durch die Deduktion, welcher das Wesen des Naturgesetzes ausmacht, findet ein typisches Beispiel in der Ableitung der Keplerschen Gesetze aus dem Newtonschen Gesetz.“

rückbleiben der Uhr, den sogenannten „Gang“ erfahren, aber der „Stand“ der Uhr, die Abweichung ihrer Angabe von bürgerlicher Zeit, würde auf diese Weise nicht zu erhalten sein ... Es sollen uns daher jetzt Methoden beschäftigen, welche den Stand der Beobachtungsuhr selbst kennen lehren.“

Als solche Methoden werden behandelt: (S. 164) c) Die Bestimmung der Zeit aus korrespondierenden Sonnenhöhen, wobei an Stelle des Gnomons der in Fig. 1

(wiedergegeben in Abb.

46) abgebildete Apparat beschrieben und sehr empfohlen wird;

sodann (S. 165) d) Zeitbestimmung durch das Sonnenlot, von der es

S. 166 heißt: „Die Methode scheint mir in ihrer Verknüpfung geo-

graphischer, mathematischer und astronomischer Hilfsmittel einen

vortrefflichen Lehrstoff zu bieten.“ Ferner (S. 167) e) Die Zwei-

fäden-Methode, von der SCHWARZSCHILD (S. 169)

sagt: „Aber damit sind die Qualitäten des Fadengestelles noch kei-

neswegs erschöpft, von hier aus steht vielmehr die Anwendung auf alle

weiteren Aufgaben der

Astronomie offen

Wir können also jetzt

durch Beobachtung der Sonne die wechselnde Schnelligkeit ihres Laufes verfolgen und damit die Exzentrizität der Erdbahn bestimmen, wir könnten den Mond beobachten und mit PROLEMAUS und TYCHO BRAHE die wichtigsten

Störungen desselben, die Evektion und die Variation, entdecken, kurz, wir könnten die ganze Astronomie bis zu jener Genauigkeit einer Bogen-

minute entwickeln, auf Grund deren Kepler die Aufstellung seiner fundamentalen Gesetze gelungen ist.“ – Ferner (S. 170) f) Photographische Ortsbestimmung: „Ein höchst instruktiver einführender Versuch in die

Abb. 46.



Sternphotographie besteht darin, daß man die Kamera in der Richtung nach dem Himmelspole fest aufstellt und mehrere Stunden stehen läßt.

Man erhält dann auf der Platte als Spuren der Sterne eine große Zahl von Kreisbogen, welche den Himmelspol konzentrisch umgeben. Überzeugender läßt sich die Rotation des Fixsternhimmels nicht nachweisen.“

Es sei noch hingewiesen auf die auch allgemein didaktisch wohl verwertbare Bemerkung von S. 181, die zuerst unsere Vorübungen von S. 219–220 präzisiert und dann schon weite Ausblicke in die auf die Gravitation angewendete Kegelschnittslehre eröffnet:

„Wenn man sich den Sinn der Erdrotation und der Bewegung der Erde um die Sonne, sowie die Stellung der Erdachse gegen die Bahnebene der Erde vor Augen hält, so sieht man unmittelbar, daß man sich in den Stunden nach Mitternacht auf der Vorderseite der Erde befindet und daß ein Beobachter in unseren Breiten im Herbst dem Apex¹⁾ näher kommt als im Frühjahr, womit beide Erscheinungen ihre qualitative Erklärung erhalten haben. — Aber man kann zu einer quantitativen Behandlung fortschreiten. Wäre die Geschwindigkeit der Sternschnuppen im Weltraum im Durchschnitt sehr klein gegen die Erdgeschwindigkeit, so würde auf der Rückseite der Erde fast niemals eine Sternschnuppe sie einholen und in die Atmosphäre eindringen können. Wäre umgekehrt die Durchschnittsgeschwindigkeit der Sternschnuppen eine ganz kolossale, so würde die Bewegung der Erde dagegen wenig in Betracht kommen, Vorder- und Rückseite würden nahe von derselben Zahl Meteore getroffen und jene beiden Gesetzmäßigkeiten würden verwischt werden. Es ist daher klar, daß man aus der prozentualen Verteilung der Sternschnuppenhäufigkeit einen Schluß ziehen kann auf das Verhältnis ihrer mittleren Geschwindigkeit zur Erdgeschwindigkeit. Die rechnerische Durchführung dieses Gedankens ergibt für die Durchschnittsgeschwindigkeit der Sternschnuppen einen Wert von etwa 40–45 Kilometer pro Sekunde, das ist rund das Anderthalbfache der Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne. Nun entspricht auf Grund des Gravitationsgesetzes jeder Geschwindigkeit eines Körpers in gegebener Entfernung von der Sonne eine gewisse Exzentrizität des Kegelschnittes, welchen der Körper um die Sonne beschreibt. Der Geschwindigkeit von 44 Kilometern pro Sekunde in der Entfernung der Erde von der Sonne entspricht speziell eine Exzentrizität 1, wir kommen also zu dem interessanten Schlusse, daß die Sternschnuppen im allgemeinen parabelnahe Bahnen, sei es langgestreckte Ellipsen oder parabelnahe Hyperbeln, beschreiben. Dies ist, allein aus der Abzählung der Sternschnuppen abgeleitet, ein Beweis für zweierlei: einmal für die Verwandtschaft der Meteorbahnen mit den Kometenbahnen, welche bekanntlich meist ebenfalls parabolischen Charakter haben, zweitens aber auch ein Beweis für das kopernikanische System, für die Bewegung der Erde durch den Weltraum.“

1) Vgl. S. 219, Anm.

Zweitens: Wenn uns aber auch der erste Gesichtspunkt für ein Zusammengehen von wirklicher Mathematik und wirklicher Astronomie im Mittelschulunterricht das Ausgehen von wirklichem Beobachten und Messen war, so ist doch ein nicht minder wichtiger, ja womöglich noch wichtigerer zweiter Gesichtspunkt der eines erspriesslichen Verarbeitens jener Messungsergebnisse.¹⁾ Dabei kann es sich natürlich nicht darum handeln, durch eine Schülerbeobachtung und -messung die astronomische Wissenschaft als solche bereichern zu wollen (womit sich ganz wohl verträgt, daß in nicht wenigen Fällen²⁾ die gelehrten Astronomen

1) Es sei gestattet – ohne daß dem IV. Bande (Didaktik der Physik) vorgegriffen werden soll –, hier als Analogon zur obigen Forderung auszusprechen, daß die so sehr zu begrüßenden physikalischen Schülerübungen auf einen Abweg zu geraten drohten, wenn sie sich etwa nur mehr auf einzelne Messungsaufgaben beschränken wollten, ohne daß der Schüler vor- oder nachher in den Schulstunden erführe, wozu diese Messungen gut und warum die von ihm gefundenen Zahlen überhaupt so sehr wichtig sind. Haben wir einstmals zuviel getan im fortwährenden „Beweisen“ von physikalischen Formeln, denen ein realer Inhalt für das Denken und um so mehr für das Anschauen des Schülers fehlte, so darf jetzt, wo endlich die Zeit für das Handanlegen (im Sinne der Pestalozzischen Trias „Kopf, Herz und Hand“ – vgl. Bd. I S. 130) auch im Physikunterricht gekommen ist, über den Ergebnissen der physikalischen Handfertigkeit nicht etwa das physikalische Denken vernachlässigt werden. Sondern die physikalischen wie auch die astronomischen Messungsergebnisse müssen vom Schüler als unentbehrliche Bausteine für ein größeres Ganzes, nämlich für den Gedankenbau der Physik, einschließlich der kosmischen Physik oder physischen Astronomie, selbst richtig eingeschätzt und begriffen sein.

2) Aufzählungen solcher wissenschaftlich-astronomischer Aufgaben für sonstige Laien finden sich bei FOERSTER (Freude an der Astronomie; vgl. u. S. 280), RUSCH (Himmelsbeobachtungen mit freiem Auge, Teubner 1911: „Nicht allein zur eigenen Belehrung, sondern auch zur Förderung der Wissenschaft können viele Beobachtungen dienen“, z. B. „über veränderliche Sterne, Kometen, Meteore, Sternschnuppen, Nordlichter u. a.“); insbesondere in dem „Aufruf der Treptower Sternwarte“ (1911): „Die wissenschaftliche Forschung hat auf dem Gebiete der Astronomie und kosmischen Physik ein immer dringenderes, aber auch für das gesamte Kulturleben immer bedeutsameres Bedürfnis nach Helfern aus allen Lebenskreisen, da es eine Reihe von sehr wichtigen und interessanten Erscheinungen in den fernen Himmelsräumen wie auch in den oberen atmosphärischen Regionen gibt, für welche von der geringen Zahl der astronomischen Fachmänner und der Sternwarten nur Einzeltes oder Unvollständiges geleistet werden kann. Verlaufen doch diese Erscheinungen vielfach so, daß sie nur bei gleichzeitiger und über weite Räume verteilter Ausschau möglichst vieler Beobachter tiefer erforscht werden können. – Die Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik wendet sich mit der Bitte um Mitarbeit an alle, welche sich in den verschiedensten Tages- und Nachtzeiten im Freien aufzuhalten pflegen und sich dabei des Ausblickes auf den Himmel mit Interesse und einigem Verständnis für die dortigen Vorgänge erfreuen, insbesondere an die Lehrer aller Unter-

etwa Mitteilungen über Meteorbeobachtungen u. dgl. auch von Laien sich erbitten und sie willkommen heißen); sondern „ersprießliches Verarbeiten“ heißt vor allem, auch die quantitativen Zuschärfungen astronomischer Kenntnisse und Erkenntnisse dem Ganzen des übrigen Unterrichtes didaktisch richtig an- und eingliedern. Es wird in § 18 zu besprechen sein, daß und warum hier die Verbindung der Astronomie mit Physik weitaus im Vordergrund aller sonst noch möglichen Verzahnungen steht. Wenn wir aber auch erst in § 19 (S. 297) und § 20 (S. 310, 323ff.) einige der „Leitaufgaben“ aus unserer „Physik“ einer näheren didaktischen Analyse vom astronomischen Standpunkte zu unterziehen haben werden, so sei doch schon hier der Leser vorliegender Didaktik eingeladen, sich zu überzeugen, daß keineswegs alle jene (S. 323–327 auszugsweise mitgeteilten) Aufgaben in sich spezifisch physikalischen Charakter haben¹⁾, sondern daß die „Physik“ ihrerseits ein Interesse daran fand, innerhalb der „Leitaufgaben aus der Astronomie“ (LA 212–222) sogar der Mehrzahl nach auch solche von sozusagen physikfreiem Charakter aufzunehmen. Eigentlich physikalisch werden ja erst die Anwendungen des NEWTONschen Gravitationsgesetzes (wie ja auch erst mit NEWTON die physische Astronomie anhebt); solche sind die LA 44–67, worüber Näheres im § 20 S. 324–327.

Aber einstweilen noch ganz abgesehen von dem besonderen Inhalt physikalischer und außerphysikalischer Aufgaben, die für den Zusammenhang des astronomischen Unterrichtes wesentlich sind, mag hier noch ein allgemeiner didaktischer Rat, der eines „wahlfreien Unterrichtes“ aus Bd. I, S. 423, *mutatis mutandis*

richtsstufen, die Geistlichen aller Bekenntnisse, an alle mathematisch oder naturwissenschaftlich speziell Vorgebildeten, wie Ärzte, Tierärzte und Apotheker, Uhrmacher, Bau-, Eisenbahn- und Bergbeamte und Techniker aller Art, Militärs, Land- und Forstwirte, sowie Geschäftsleute verschiedenster Art, Natur- und Sportsfreunde aus allen Berufskreisen, wesentlich auch an die Luftfahrer sowie in besonderer Weise an die gebildeten Deutschen in den Kolonien, überhaupt in den anderen Erdteilen und auf Seereisen und bittet sie, ihre Adressen zwecks näherer Information und Verständigung an F. Dümmler, Berlin W 30, Rosenheimerstr. 12 zu senden.

Eingehende mathematische Kenntnisse werden bei solcher Mitarbeit nicht vorausgesetzt; doch soll das Verständnis der Erscheinungen und die daraus hervorgehende tiefere Freude an denselben durch das Zusammenwirken in besonderer Weise gepflegt werden.“

1) So ist z. B. auch die schon auf S. 120 gestellte und gelöste Aufgabe über die Gleichung der „Sonnenschraube“ nicht physikalischen, sondern vorwiegend geometrischen Charakters.

wiederholt werden: Sollte man finden, daß die in den folgenden §§ 16 und 17 vorgeschlagenen Aufgaben zur Astronomie zwar keineswegs etwa überhaupt zu schwierig seien, vielmehr an Schwierigkeit meistens weit zurückstehen hinter unzähligen Aufgaben, Ableitungen und „Beweisen“, die im Mathematik- und Physikunterricht längst traditionell sind – daß sie aber nur eben von diesem Traditionellen einstweilen noch allzu fern abliegen, so wäre darüber nicht weiter zu streiten, da man es eben gegen Traditionen regelmäßig kürzere oder längere Zeit hindurch scheinbar vergeblich tut.¹⁾ Wohl aber darf behauptet werden, daß – um uns wieder ganz auf die Interessen des astronomischen Unterrichtes als solchen zu beschränken – die Schüler nirgends rettungslos dem Eindruck preisgegeben werden dürfen, diese oder jene Einzelheit des offiziellen astronomisch-physikalischen Lehrstoffes müsse einfach geglaubt werden, wie eben unsere Schulkinder nur zu häufig auch das ganze kopernikanische System kurzweg zu glauben verleitet worden waren. Man wird vielmehr als Absicht z. B. der auf die Berechnung von HIPPARCHS exzentrischen Kreisen und von KEPLERS Ellipsen eingehenden LA 220 und 221 die erkennen, daß man wenigstens einige auserlesene Schüler an Punkten, wo der Gedankenfaden auch einem nicht von vornherein dogmatisch angelegten Unterricht zu entgleiten droht, noch einige Schritte weiterführen könne, als es dem Unterricht für Durchschnittsschüler geraten sein mag. Es sei deshalb auch hier der Rat des I. Bandes (S. 426 u. a.) in Sachen „Wahlfreier Zugaben“ wiederholt, „wenigstens von einigen Vertrauensmännern“, die zum Lösen jener Leitaufgaben Lust und Kraft haben, ihre Mitschüler darüber beruhigen zu lassen, daß es nicht nur z. B. mit den KEPLERSchen Ellipsen selbst, sondern auch mit der Methode ihres Entdeckens seine Richtigkeit habe; worüber Näheres S. 310ff.

Wenden wir uns aber nun, nachdem wir einen Vorblick getan haben auch schon auf das Zusammenarbeiten der Mathematik

1) TIMERDING hat in seinem schönen Buche „Das Mathematische in den physikalischen Lehrbüchern“ (Teubner 1910, 112 S.) sehr Bemerkenswertes gesagt über „die in manchen Punkten zu beobachtende Neigung vieler Lehrer, so weiter zu unterrichten, wie sie selbst gelernt haben“. Das läßt sich von den Erschwerungen jedes wirklichen Fortschrittes in Sachen der physikalischen Lehrbücher natürlich leider auch übertragen auf das Tempo wirklicher Fortschritte im astronomischen Unterricht und was damit zusammenhängt; also auch auf die astronomischen Aufgaben im Mathematikunterricht, von denen manche traditionelle besser verschwinden, um neuartigen Platz zu machen.

und Physik im Dienste der astronomischen Ausbildung des Schülers in den obersten Klassen, wieder zurück zu den speziellen Anforderungen, die man an den Mathematikunterricht der mittleren Jahrgänge stellen muß, damit auch er das Seine beitrage zu einer wirksamen Verknüpfung des astronomischen Unterrichtes der obersten mit dem der untersten Jahrgänge, so werden die gerade für diese mittleren Jahre leider fast ganz fehlenden Traditionen am wirksamsten anzubahnen sein durch Beistellung eines unmittelbar in die einzelnen Mathematikstunden des fünften und sechsten Jahrganges zu verpflanzenden astronomisch-mathematischen Lehr- und Übungsstoffes. In dieser Absicht bringen die beiden folgenden §§ eine Auswahl von Übungsbeispielen unter Voraussetzung der im ersten Bande auf der Lehrplantaufel neben S. 430 für den fünften und sechsten Jahrgang in Aussicht genommenen Lehraufgaben des Mathematikunterrichtes, die deshalb hier nochmals abgedruckt werden; u. zw. seien nicht nur die Lehrpläne für den fünften und sechsten, sondern auch der für den vierten Jahrgang hier wiedergegeben, da namentlich der arithmetische Lehrstoff des fünften Jahrganges nur „Erweiterungen und Ergänzungen“ des vorausgegangenen vierten in Aussicht nimmt:

Vierter Jahrgang (vierzehntes Lebensjahr).

Allgemeine Arithmetik: Die Operationsgesetze und ihr Zusammenhang, zu erläutern und einzuüben weniger durch bloße Transformationen (nach identischen Gleichungen) als durch das Lösen von Bestimmungsgleichungen und Rechnungsproben durch Einsetzen der (numerischen und algebraischen) Ergebnisse in die Ausgangsgleichung. — Zahlensysteme; Maße, Vielfache, Brüche; Verhältnisse, Proportionen. Gleichungen des ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten; reine Gleichungen des 2. Grades, soweit sie im planimetrischen Unterrichte benötigt werden.

Planimetrie (konstruierend und rechnend): Erläuterung der Euklidischen definierenden und beweisenden Darstellungsform an charakteristischen Beispielen.

Konstruktionsaufgaben nach mannigfaltigen Methoden (auch der der algebraischen Analyse) unter Ausschluß aller nur durch besondere Kunstgriffe lösbarer Aufgaben. Gegen Abschluß, in Verbindung namentlich mit der Verhältnis- und Ähnlichkeitslehre: Einführung in neuere Auffassungen und Methoden der perspektiven Abbildung (hiermit auch Überleitung zum perspektiven Zeichnen des folgenden Jahrganges).

Fünfter Jahrgang (fünfzehntes Lebensjahr).

Erweiterungen und Ergänzungen des arithmetischen Lehrstoffes des vorausgegangenen Jahrganges. Fortgesetztes Lösen von Gleichungen des ersten Grades (und einfachster höherer Grade) aus mannigfaltigen Anwendungsgebieten. Insbesondere auch arithmetische (numerische) Durchführung der in den Stereometriestunden in der Regel nur angesetzten geometrischen Aufgaben.

Stereometrie (konstruierend und rechnend): Als Vorübungen zeichnerische Darstellung einfachster Körperformen (namentlich auch im Anschlusse an die Kristallographie); planimetrische Rechnungen über Längen und Flächen an solchen Körpern.

Die so erworbenen Raumschauungen verarbeitet durch die abstrakten Begriffe und Sätze über die gegenseitige Lage von Geraden und Ebenen, unter Beschränkung auf die grundlegenden und typischen Sätze und Beweise. — Flächen- und Rauminhaltsberechnungen für Prismen (Zylinder), Pyramide (Kegel), Kugel und ihre einfacheren Schnittflächen und Schnittkörper. — Eulers Satz, regelmäßige Polyeder.

Sechster Jahrgang (sechzehntes Lebensjahr).

Dritte arithmetische Operationsstufe: Potenzen, Wurzeln, Logarithmen. Gleichungen des zweiten Grades mit einer (und leichte mit mehreren) Unbekannten; irrationale, imaginäre und komplexe Zahlen, insoweit das Lösen jener Gleichungen auf sie führt. Erläuterung des Unterschiedes zwischen algebraischen und transzendenten Zahlen, Operationen, Gleichungen und Funktionen, soweit die Beispiele der Logarithmen und der goniometrischen Funktionen hiezu Anlaß geben.

Goniometrie und Trigonometrie unter wiederholender Vergleichung mit planimetrischen und stereometrischen Konstruktionen und Rechnungen. Graphische Darstellung der goniom. Funktionen schon beim Einprägen ihrer Grundeigenschaften und Beziehungen. Vielseitige Anwendung der Trigonometrie zu Aufgaben der Feldmessung, Geographie, Astronomie usw., wobei die Bestimmungsstücke möglichst durch (wenn auch rohe) Messungen seitens des Schülers zu beschaffen sind.

Entsprechend der im vorstehenden Teile des mathematischen Lehrplanes eingehaltenen Gliederung sind in den beiden folgenden §§ 16, 17 die Aufgaben getrennt in A. arithmetische, G. geome-

trische; wobei aber sogleich aus dem I. Bande in Erinnerung gebracht sei, daß ein möglichst inniges Ineinandergehen arithmetischer und geometrischer Methoden auch für spezifisch astronomische Aufgaben sachlich wie didaktisch anzustreben ist. Ebenso will die Unterscheidung von Av , Gv ; Av_I , Gv_I , welche die Aufgaben dem fünften bzw. sechsten Jahrgang zuweist, natürlich keine ängstliche Abgrenzung nach Jahrgängen bedeuten; kann doch eine Aufgabe, die ganz wohl im fünften, ja schon im vierten Jahrgang hätte behandelt werden können, aber bloß wegen Zeitmangels oder aus ähnlichen äußeren Gründen damals übergangen wurde, einmal auch im sechsten oder behufs Wiederholung auch im letzten Jahrgang nachgetragen werden.

Da die folgende Auswahl von Aufgaben innerhalb des vorliegenden Bandes keineswegs den Zweck haben kann, den einschlägigen Stoff einer Aufgabensammlung dem Schüler einfach zu ersetzen, vielmehr nur den Lehrer (falls er sich nicht schon selbst eine Tradition solcher astronomischer Aufgaben für seinen Mathematikunterricht geschaffen hat) an die Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit passender Aufgaben in Stichproben erinnern soll, so hat der Verfasser dieses Bandes den um die Sache angewandter Mathematik im Mittelschulunterricht besonders verdienten Herrn Prof. Dr. A. SCHÖLKE gebeten, in Anlehnung an seine Aufgabensammlung¹⁾ eine solche Auswahl zu treffen und auch aus den dort (Vorwort S. VII) in Aussicht gestellten „Lösungen und Erläuterungen, die nur an Lehrer direkt von der Verlagsbuchhandlung geliefert“ werden, soviel beizugeben, als erwünscht sein mag, damit die Aufgaben aus dem vorliegenden Bande in die Schulzimmer möglichst bald und oft einen recht bequemen Weg finden und ihn weiterhin solchen Aufgaben²⁾ eröffnen.

1) Aufgabensammlung aus der reinen und angewandten Mathematik. Zweiter Teil für die oberen Klassen höherer Schulen von Dr. A. SCHÖLKE, Professor an der Königlichen Oberrealschule auf der Burg zu Königsberg i. Pr. Zweite Auflage mit 47 Figuren im Text. Teubner 1910. Gebunden 2,40 M.

2) Als weitere Sammlungen oder Fundgruben seien genannt:

„Aufgaben über die Grundlehren der Astronomie“ (auf 18 Seiten 425 Nummern, dazu die Resultate S. 18–25) bringt das Programm (Realschule Brünn 1900) von Prof. FRANZ FERDINAND SCHÖNBERGER.

„Die Elemente der sphärischen Astronomie und der mathematischen Geographie.“ Nebst einer Sammlung gelöster und ungelöster Aufgaben mit den Resultaten der ungelösten Aufgaben. Zum Gebrauche an höheren Lehranstalten und zum Selbststudium bearbeitet von Prof. Dr. CHR. SCHMEL, Oberlehrer an der Großherzoglichen Oberrealschule zu Darmstadt. Mit 52 in den Text eingefügten Figuren. Verlag von Emil Roth in Gießen, 1905.

§ 16. Arithmetische, planimetrische und stereometrische Aufgaben aus Astronomie im (vierten und) fünften Jahrgang,

$A_{IV}-A_V$. Zu den Gleichungen ersten Grades mit einer Unbekannten.

Annähernde Vorausberechnung der Planetenstellungen.

Vorbemerkung. Venus, Mars, Jupiter sind zu gewissen Zeiten die glänzendsten Erscheinungen am Himmel; und sie lenken selbst in großen Städten, wo Gas und elektrisches Licht die Beobachtung hindern, die Aufmerksamkeit auf sich. Die Fragen: Wann und wie lange wird Venus Abendstern sein? Wann wird Mars im Osten rotleuchtend emporsteigen? erwecken also die lebhafteste Teilnahme. Merkwürdigerweise ist die Beantwortung in der Schule lange Zeit unterblieben, weil man glaubte, daß hierzu das ganze gelehrte Rüstzeug der modernen Astronomie nötig sei. Erst 1900 zeigte SCHÖLKE in der Zeitschr. f. mathem. u. naturwiss. Unterr. (Jahrg. XXXI, S. 4–13), daß eine für den Unterricht ausreichende Lösung nur wenige mathematische Sätze erfordert und daß die Aufgaben besonders wertvoll sind, weil sie eine Aufforderung zur dauernden Beobachtung des Himmels enthalten, auch weil die Übertragung der in der Ebene gezeichneten Figur auf das Himmelsgewölbe ein vorzügliches Material zur Ausbildung der Raumanschauung ist.

Eine größere Zahl rechnerisch durchgeführter Aufgaben bringt in unmittelbarer Verbindung mit Mitteilungen über die benützten Meßinstrumente der schon oben (S. 30) angeführte Programmaufsatz von Prof. Dr. BERNHARD HOFFMANN „Zur Gestaltung des Unterrichtes in der mathematischen Himmelskunde“ (Kgl. Gymnasium Bromberg 1907. Progr. Nr. 195).

Während des Druckes erhielt ich auch Einblick in HOFFMANN „Astronomie usw. an den höheren Schulen“ [Schriften der IMUK, Bd. III, 4]; vgl. o. S. 32.

Zahlreiche Aufgaben mit Hinweisen auf die Ausführung von Messungen bringt das Lehr- und Handbuch der ebenen und sphärischen Trigonometrie von Dr. E. HAMMER, Professor an der technischen Hochschule Stuttgart. 3. Aufl. Stuttgart, Metzler 1907. SCHÖLKE bemerkt dazu: „Ein sehr gutes Buch, nur für die Schule zu weitgehend“.

Ferner: SCHOY, Beiträge zur konstruktiven Lösung sphärisch-astron. Aufgaben (Teubner 1910).

Last not least sei angeführt die „Astronomische Geographie. Ein Lehrbuch angewandter Mathematik“ von Prof. H. C. E. MARTUS, Direktor des Sophien-Realgymnasiums in Berlin. Mit 100 Figuren im Texte. Zweite Auflage mit vielen Zusätzen. Leipzig 1888. C. A. Kochs Verlagsbuchhandlung (J. Sengbusch). – MARTUS, Astronomische Erdkunde. 3. Aufl. Dresden und Leipzig, C. A. Koch 1904. – Bekanntlich geht der Inhalt dieses Buches nicht nur weit über den einer Aufgabensammlung hinaus, sondern ist seit Jahrzehnten führend für den Unterricht der Astronomie an den reichsdeutschen Lehranstalten. Worin sich sein Lehrgang, ja sein Lehrziel unterscheidet von dem des vorliegenden Bandes, bedarf keiner Darlegung, weder im ganzen, noch im einzelnen.

Mathematische Vorkenntnisse: Bewegungsaufgaben gehören zum eisernen Bestande unserer Aufgabensammlungen. Früher wurden Dieb und Häscher oder Postkutschen behandelt, jetzt kommen Schnelzüge, Radfahrer und Autos heran, und die Bedingungen werden oft recht verwickelt gestellt. Für unseren Zweck genügt die einfache Aufgabe:

1. Zwei Radler sind $a = 600$ m voneinander entfernt, und der erste legt in der Sekunde $c_1 = 4$ m, der zweite $c_2 = 5$ m in derselben Richtung zurück. Wann und wo werden sie sich treffen?

$$c_2 t = a + c_1 t, \quad t = \frac{a}{c_2 - c_1}; \text{ also nach } 600 \text{ sek.}$$

Diese Aufgabe wird man sofort auf Zirkus oder Rennbahn ausdehnen, wobei die Geschwindigkeiten auch in Winkelgraden gegeben sein können, und man wird dabei weiter fragen:

2. Wann treffen sie sich zum zweiten Male?

$$c_2 \cdot T = 360^\circ + c_1 \cdot T.$$

Astronomische Vorkenntnisse¹⁾: Wir nehmen an, daß sich die Planeten in Kreisen um die im Mittelpunkt stehende Sonne gleichmäßig bewegen; ferner daß alle Planetenbahnen in einer Ebene liegen, die das scheinbare Himmelsgewölbe im Tierkreise (Ekliptik) schneidet.

Von der Unterscheidung zwischen Sternbildern und Zeichen des Tierkreises (vgl. S. 171 Anm.) wird im folgenden kein Gebrauch gemacht, sondern nur gesprochen von den Sternbildern: Fische, Widder, Stier; Zwillinge, Krebs, Löwe; Jungfrau, Waage, Skorpion; Schütze, Steinbock, Wassermann. Der Schüler hat schon im IV. Jhg. gesehen, daß der Frühlingspunkt jetzt im Sternbilde der Fische liegt; und er kann schon damals gehört haben — die Erklärung dafür aber erst im VII. Jhg. erhalten (Präzession, vgl. S. 327, Anm.) —, daß er vor 2000 Jahren im Sternbild des Widders lag.

3. Welche Wege legen die Planeten an einem Tage zurück?

Die Umlaufszeit der Venus beträgt 224,7 Tage, an einem Tage legt also von der Sonne aus gesehen die Venus $360 : 224,7 = 1,6021^\circ$ zurück.

1) Über die seit 1891 von M. KOPPE in der Zeitschrift für physikalischen Unterricht veröffentlichten Karten, welche die Bewegung der Planeten im Laufe eines Jahres darstellen, denen seit 1901 auch die mittleren heliozentrischen Längen der Planeten beigegeben sind, vgl. u. S. 320, Anm. u. a. Diese Karten, welche auch von der Verlagsbuchhandlung SPRINGER, Berlin, einzeln abgegeben werden, sind ein sehr wertvolles Mittel bei der Beobachtung, weil sie auch die elliptische Bahn und das Heraustreten aus der Ekliptik berücksichtigen.

Durch die oben dargestellte Behandlung von SCHÖLKE lernt der Schüler die wesentlichsten Eigenschaften der Planetenerscheinungen durch eigene Tätigkeit im Zeichnen und Rechnen kennen und die Hauptpositionen selbst auf viele Jahre voraus berechnen.

2) Die Winkel sind hier immer durch Dezimalteile des Grades aus-

In derselben Weise²⁾ erhält man aus den Umlaufszeiten von Erde 365,256 Tage, Mars 1,881 Jahre, Jupiter 11,862 J., Saturn 29,46 J. die Geschwindigkeiten:

$$c_e = 0,9856^\circ, \quad c_m = 0,5240^\circ, \quad c_j = 0,08309^\circ, \quad c_s = 0,03346^\circ.$$

4. Wieviel Zeit vergeht von einer Opposition³⁾ des Jupiter bis zur nächsten?

$$c_j T = 360^\circ + c_e \cdot T.$$

$$T = 360^\circ : (0,9856^\circ - 0,08309^\circ) = 398,88 \text{ Tage.}$$

In derselben Weise findet man aus $c_j T = 180^\circ + c_e T$, daß die Zeit von einer Opposition bis zur Konjunktion gleich der Hälfte der vorigen, also = 199,44 Tage ist.

5. Daselbe für Mars.

$$779,94 \text{ Tage.}$$

6. Berechne die Zeit von der oberen Konjunktion der Venus bis zur unteren.

$$291,96 \text{ Tage.}$$

Direkt beobachten kann man nur die Umlaufszeit der Erde T_e und die Zeit T von einer Opposition zur anderen. Die vorhin benutzten Umlaufszeiten sind auf folgende Art gefunden:

4₁. Berechne die Umlaufszeit des Jupiters T_j aus $T_e = 365,256$ und $T = 398,88$ Tage.

$$c_e = \frac{360}{T_e}; \quad \frac{360}{T_e} \cdot T = 360 + \frac{360}{T_j} T; \quad \frac{1}{T_j} = \frac{1}{T_e} - \frac{1}{T}.$$

$$T_j = \frac{T \cdot T_e}{T - T_e} = 4333 \text{ Tage.}$$

5₁. Daselbe für Mars und 6₁ für Venus.

Die Stellung eines Planeten wird bestimmt durch das Sternbild, in welchem er von der Sonne aus erscheint, genauer durch den von Frühlingspunkt, Sonne und Planet gebildeten Winkel *FSP*, die heliozentrische Länge.

Für 1910,0, d. h. für den 31. Dezember 1909 mittags 12 Uhr, beträgt die heliozentrische Länge von

gedrückt, weil die Umwandlung in Minuten und Sekunden die Rechnung sehr erschweren würde. Über die Dezimalteilung des Winkels s. die Verhandlungen der Naturforscher-Versammlung 1899. Die verbreitetsten Tafeln für Dezimalteilung des Grades sind von BREMIKER, 4- und 5-stellig (Berlin, Weidmann) und SCHÖLKKE, 4-stellig (Leipzig, Teubner).

2) Es empfiehlt sich wohl, wegen der Einfachheit des Gedankenganges diese Werte für den Unterricht beizubehalten. Streng genommen muß man noch berücksichtigen, daß durch die Präzession sich der Frühlingspunkt alljährlich um $0,014^\circ$ verschiebt. Da jedoch die Änderung erst in hundert Jahren $1,4^\circ$ beträgt, so möge dieser Umstand hier weggelassen werden.

3) Von der Erde gesehen steht Jupiter der Sonne gegenüber.

$$\begin{aligned}
 \text{Venus } l_s &= 73,9^\circ, \\
 \text{Erde } l_s &= 99,3^\circ, \\
 \text{Mars } l_m &= 47,6^\circ, \\
 \text{Jupiter } l_s &= 181,6^\circ, \\
 \text{Saturn } l_s &= 28,9^\circ.
 \end{aligned}$$

Da nun jeder Planet an einem Tage um c weiterrückt, so kann man hieraus die Stellung für einen beliebigen Tag finden.

Bestimme die Stellung von Venus und Erde am 24. März 1912.

Bis 24./3. 12 sind vergangen 365 Tage im Jahre 1910

$$\begin{array}{r}
 365 \quad " \quad " \quad " \quad 1911 \\
 60 \quad " \quad \text{bis Ende Februar 1912} \\
 24 \quad " \quad " \quad 24. \text{ März 1912} \\
 \hline
 814 \text{ Tage.}
 \end{array}$$

Venus hat also zurückgelegt $1,6021^\circ \cdot 814 = 1304,1^\circ$.

Ihre Stellung 1910,0 war $1304,1^\circ$

$$+ 73,9$$

$$\underline{1378^\circ} = 3 \cdot 360^\circ + 298^\circ.$$

Die heliozentrische Länge der Venus am 24./3. 1912 ist also 1378° oder 298° .

Es genügt, diese Berechnung auf ganze Grade auszuführen, denn nach dem Keplerschen Gesetze ist die wirkliche Bewegung des Planeten bald schneller bald langsamer als die hier ausgerechnete mittlere. Die Abweichung der wahren Länge von der mittleren kann bei Venus 1° , bei Erde 2° , Mars 11° , Jupiter 6° , Saturn 6° betragen.

Gleichzeitig geht die Erde $0,9856^\circ \cdot 814 = 802,3^\circ$ weiter, kommt also auf $802,3^\circ + 99,3^\circ = 902^\circ$ oder 182° .

Bisher hatten wir das Wandern der Planeten von der Sonne aus betrachtet, jetzt kehren wir zurück auf die Erde: dann muß ein Planet, der von hier aus gesehen links von der Sonne steht, am Abendhimmel bald nach Sonnenuntergang sichtbar werden; steht er rechts von der Sonne, so erscheint er vor Sonnenaufgang; steht er der Sonne gegenüber [in Opposition], so geht er auf, wenn die Sonne untergeht, bleibt daher die ganze Nacht sichtbar.

7. Welche Planeten sind 1910,0 sichtbar, und in welchem Sternbilde des Tierkreises stehen sie? (s. Abb. 47.)

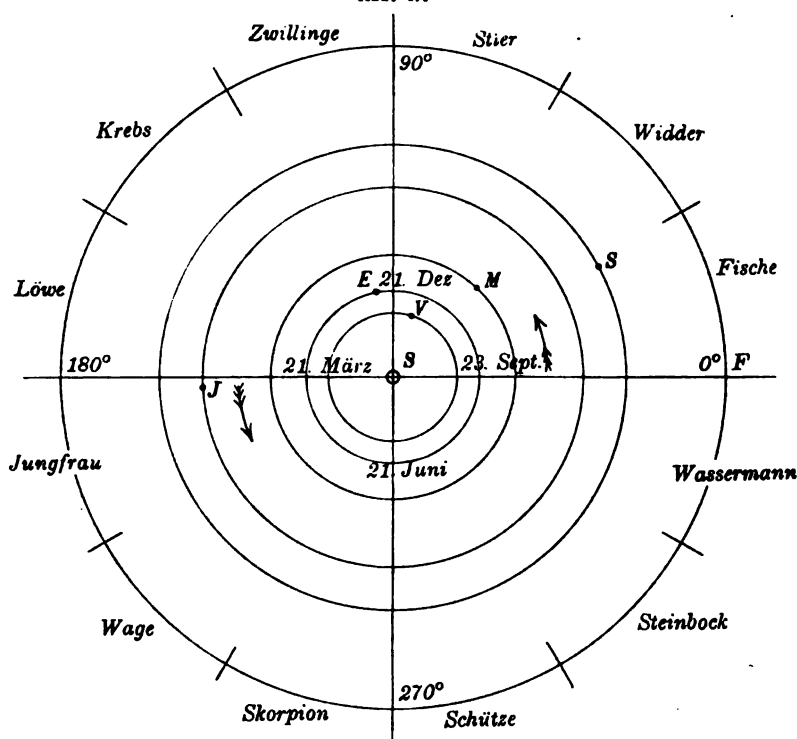
Venus ist Abendstern kurz vor der unteren Konjunktion im Steinbock, Mars und Saturn am Abendhimmel in den Fischen, Jupiter am Morgenhimmel in der Jungfrau. — Am 24./3. 1912 steht Venus rechts von der Sonne als Morgenstern im Wassermann.

8. Berechne die nächsten Oppositionen und Konjunktionen des Jupiter.

Die Abbildung 47 zeigt für 1910,0:

$$99,3 + 0,9856t = 181,6 + 0,08309t, \text{ woraus } t = 91,2 \text{ Tage folgt; d. h.}$$

Abb. 47.



91,2 Tage nach 1910,0, also am 1. April 1910 findet die nächste Opposition statt [das astronomische Jahrbuch ergibt den 31. März]. Nach Aufgabe 4. erhält man die Konjunktion 199,44 Tage später, d. h. $91,2 + 199,44 = 290,64$ am 291^{ten} Tage oder am 18. Oktober 1910 [astron. Jahrbuch am 19. Oktober; vgl. auch bei S. 320 die Tafeln von Koppe]. Dann folgt $290,64 + 199,44 = 490,08$ [vermindert um 365 gleich 125,08] am 5. Mai 1911 eine Opposition; $125,08 + 199,44 = 324,52$ am 21. November eine Konjunktion; am 7. Juni 1912 (Schaltjahr!) Opposition. In derselben Weise erhält man:

Konjunktion:	Opposition:	Hel. Länge bei der Opp.:
23. Dezember 1912	11. Juli 1913	288,6°
26. Januar 1914	14. August 1914	321,8°
1. März 1915	17. September 1915	354,9°
3. April 1916	19. Oktober 1916	28,0°
7. Mai 1917	22. November 1917	61,2°
10. Juni 1918	26. Dezember 1918	94,3°
14. Juli 1919	29. Januar 1920	127,5°
16. August 1920	3. März 1921	160,6°

9. In welchem Sternbilde (bei welcher heliozentrischen Länge) finden die vorhin berechneten Oppositionen statt?

Nach 8. fand die erste Opposition 91,2 Tage nach 1910,0 statt, Jupiter ist also $0,08309 \cdot 91,2 = 7,6^\circ$ weiter gerückt und hat die Länge $181,6^\circ + 7,6^\circ = 189,2^\circ$ im Sternbilde der Jungfrau. (Daselbe hätte man gefunden, wenn man den Weg der Erde $0,9856^\circ \cdot 91,2 = 89,9^\circ$ zu $99,3^\circ$ addiert hätte.)

In den 398,9 Tagen bis zur nächsten Opposition geht Jupiter $398,9 \cdot 0,08309^\circ = 33,14^\circ$, er erreicht also 1911 die Länge $189,2 + 33,14 = 222,34^\circ$, in der Wage; 1912 ist $222,34 + 33,14 = 255,48^\circ$ usw. Die Werte für die folgenden Jahre sind in der vorigen Aufgabe angegeben.

10. Wann und wo ist Jupiter am Himmel aufzufinden? [Zeichne die Stellung der Erde und des Jupiter von einer Konjunktion anfangend bis zur nächsten Konjunktion von 30 zu 30 Tagen.]

Am 18./10. 1910 hat die Erde ungefähr die heliozentrische Länge 25° (am 23./9. war 0°), der Jupiter hat $25^\circ + 180^\circ$, ist also zunächst unsichtbar. Einen Monat später steht man ihn, da die Erde schneller läuft, im Sternbilde der Wage, rechts von der Sonne, d. h. in der Morgendämmerung. Während die Erde sich weiter bewegt, entfernt Jupiter sich scheinbar immer weiter von der Sonne, wird also allmählich schon um Mitternacht und früher aufgehen. Bei der Opposition am 5./5. 1911 steht er gerade der Sonne gegenüber, geht also bei Sonnenuntergang auf und bleibt die ganze Nacht über am Himmel. In den folgenden Monaten erscheint Jupiter links von der Sonne also am Abendhimmel; er nähert sich der Sonne immer mehr, bis er etwa einen Monat vor der nächsten Konjunktion in der hellen Abenddämmerung verschwindet.

11. Stelle dieselben Betrachtungen an für Mars,

12. für Saturn und 13. Venus.

Da Venus schneller läuft als die Erde, so erscheint sie nach der oberen Konjunktion zunächst links von der Sonne als Abendstern, entfernt sich von der Sonne bis etwa 45° , nähert sich dann und verschwindet bei der unteren Konjunktion. Bald darauf taucht sie rechts von der Sonne als Morgenstern in der hellen Dämmerung auf, entfernt sich ebensoweit und nähert sich dann langsam wieder der Sonne, bis sie kurz vor der oberen Konjunktion unsichtbar wird.

$G_{IV}-G_V$. Einfache Rechnungen zur Kreislehre.

Astronomische Vorkenntnisse: Tägliche Bewegung der Gestirne; die Polhöhe ist gleich der geographischen Breite.

14. Beim Polarstern mißt man die Höhe bei der oberen und unteren Kulmination $52,40^\circ$ und $50,06^\circ$. Welche Declination hat der Polarstern, und unter welcher Breite fand die Beobachtung statt?

$$\delta = 90^\circ - \frac{h_o - h_u}{2} = 88,83^\circ, \quad \varphi = \frac{h_o + h_u}{2} = 51,23^\circ.$$

15. In Wien ($\varphi = 48,23^\circ$) mißt man bei der Kulmination eines Ster-

nes die Höhe $h = 60^\circ$. Wie groß ist seine Declination, wenn die Messung a) an der Nordseite, b) an der Südseite des Himmels stattgefunden hat?

$$\text{a) } \delta = \varphi + 90^\circ - h, \quad \text{b) } \delta = h - 90^\circ + \varphi.$$

16. Daselbe für $h = 20^\circ$.

$$\text{a) } \delta = h + 90^\circ - \varphi, \quad \text{b) } \delta = h - 90^\circ + \varphi.$$

17. Bestimme für Berlin ($\varphi = 52,50^\circ$) die Declination a) der Zirkumpolarsterne, b) der auf- und untergehenden, c) der stets unsichtbaren Sterne.

$$\text{a) } \delta > 90^\circ - \varphi, \quad \text{b) } 90^\circ - \varphi > \delta > \varphi - 90^\circ, \quad \text{c) } \delta < \varphi - 90^\circ.$$

18. Daselbe für Stockholm ($\varphi = 59,34^\circ$), 19. Kapstadt ($-33,93^\circ$), 20. für den Nordpol und 21. den Äquator.

22. In welcher Höhe kulminiert in Leipzig ($\varphi = 51,33^\circ$) a) Arktur ($\delta = 19,63^\circ$), b) Sirius ($\delta = -16,51^\circ$), c) die Sonne am 1. Juni ($\delta = 22^\circ$), d) der Hauptstern des großen Bären ($\delta = 62,24^\circ$)?

Antwort: Für a, b, c) ist $h = 90^\circ - \varphi + \delta$,

für d) ist $\varphi + 90^\circ - \delta$ obere, $\varphi - 90^\circ + \delta$ untere Kulmination.

23. Daselbe für Rom ($\varphi = 41,90^\circ$).

24. Welche Beziehung folgt hieraus zwischen den Breiten- und Höhenunterschieden?

Aus der Annahme, daß die Erde eine Kugel ist, folgt, daß jedes Gestirn bei der Kulmination für Orte gleicher Breite in derselben Höhe erscheint; unter verschiedenen Breiten sind die Höhenunterschiede gleich den Breitenunterschieden. Die geschichtliche Entwicklung verlief in umgekehrter Reihenfolge. Aus der Beobachtung, daß die Sonne an demselben Tage in Alexandria und Syene mittags verschiedene Höhen hatte, zog ERATOSTHENES den Schluß, daß die Erde eine Kugel sei, und er bestimmte die Größe dieser Kugel (s. folgende Aufgabe).

25. Leipzig und Rom liegen fast genau auf demselben Meridian, der Breitenunterschied beträgt $9,43^\circ$, und der Abstand 1046,7 km. Berechne hieraus die Länge von a) 1° auf der Erdoberfläche, b) die Länge des Erdquadranten und c) des Erdhalbmessers.

a) $9,43^\circ$ sind 1046,7 km, also 1° ist 111,1 km, b) $90^\circ \sim 10\,000$ km, c) $r\pi = 20\,000$ km; $r = 6370$ km.

$G_{IV}-G_V$. Zum Satz des Pythagoras (Quadratwurzeln).

26. Wie weit kann man die Erdoberfläche von einem $h = 1$ m hochgelegenen Punkte übersehen?

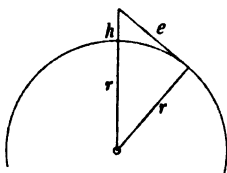
Da die Oberfläche unregelmäßig gestaltet ist, so erhält man ein brauchbares Ergebnis nur für die Meeresfläche. Die Figur zeigt

$$e^2 = (r + h)^2 - r^2 = 2rh + h^2.$$

Da man die sehr kleine Größe h^2 gegen die sehr viel größere $2rh$ vernachlässigen kann, wird

$$e = \sqrt{2rh}, \quad e = \sqrt{2 \cdot 6370 \cdot 0,001} = \sqrt{12,74} = 3,57 \text{ km.}$$

Abb. 48.



Dieser Wert wird jedoch durch die Strahlenbrechung etwa um $\frac{1}{18}$ vergrößert, also $e = 3,84$ km. In der Höhe h erhält man $e = 3,84 \sqrt{h}$ km.

27. Dasselbe, wenn e in Seemeilen (1 sm = 1,852 km) ausgedrückt ist.

$$e = 1,927 \sqrt{h} \text{ sm;}$$

durch Strahlenbrechung wird $e = 2,075 \sqrt{h} \text{ sm.}$

28. Wie hoch muß man Luftballon aufsteigen, wenn man a) 100, b) 200 km weit sehen will?

$$\text{a) } 3,84 \sqrt{h} = 100, \quad \sqrt{h} = 26,04, \quad h = 678 \text{ m.}$$

29. Bei nächtlicher Fahrt taucht plötzlich das Leuchtfeuer von Helgoland auf. a) Wie weit ist man von der Insel entfernt? [Die Höhe des Leuchtfeuers ist 82 m, und die des Beobachters 5 m.] b) Wie ändert sich das Ergebnis, wenn der Wasserpiegel durch die Flut sich um 2 m hebt?

a) Das Feuer ist $2,075 \sqrt{82} = 18,8$ sm sichtbar, und der Beobachter sieht 4,64 sm, also ist man $4,64 + 18,8 = 23,4$ Seemeilen entfernt.

b) $4,6 + 18,6 = 23,2$ Seemeilen. Die Flut übt nur einen geringen Einfluß aus; dagegen würde ein Beobachter im Mastkorb (10 m hoch) das Feuer schon aus einer um 2 Seemeilen größeren Entfernung erblicken.

$G_V - G_V$. Zur Ähnlichkeit.

Mond- und Sonnenfinsternisse.

Halbmesser der Sonne $R = 695\,400$ km; Abstand von Sonne, Erde $a = 149,5 \cdot 10^6$ km, *)

„ „ Erde $r = 6\,370$ km; „ „ Erde, Mond $m = 384\,400$ km;

„ [des Mondes $\rho = 1\,740$ km.

30. Wie lang ist der Kernschatten s der Erde? und 31. wie breit ist er im Abstände des Mondes?

$$\frac{s}{r} = \frac{a}{R-r}, \quad s = 1\,382\,000 \text{ km,} \quad \frac{b}{s-m} = \frac{2r}{s}, \quad b = 9200 \text{ km.}$$

1) Bei zahlreichen astronomischen Konstanten stimmen die Zahlenwerte der verschiedenen Beobachter nicht überein; selbst eine so sorgfältig gemessene Größe wie den Halbmesser des Erdäquators kann man nach BESSEL

32. Wie lange kann eine totale Mondfinsternis dauern?

Der Mond ist vollständig verfinstert, solange sein Mittelpunkt 9200 km, vermindert um den Monddurchmesser 3480, also 5720 km, durchläuft; und da der Mond in einer Sekunde etwa 0,82 km zurücklegt, so dauert die Finsternis ~ 2 Stunden, wenn der Mond durch die Mitte des Schattengels geht.

33. Wie lang ist der Kernschatten des Mondes?

$$\frac{s}{\rho} = \frac{a_1}{r - \rho}; \quad s = 1740 \cdot \frac{(149,5 - 0,384) \cdot 10^6}{695400 - 1740} = 373\,900 \text{ km.}$$

Der Kernschatten wird also im allgemeinen die Erdoberfläche gar nicht erreichen, weil diese $384\,000 - 6370 + 378\,000$ km vom Mondmittelpunkt entfernt ist. Eine totale Sonnenfinsternis kann nur eintreten, wenn die Erde in Sonnenferne, oder der Mond in Erdnähe sich befindet. Im ersten Falle wächst a auf $152 \cdot 10^6$ km, und s auf $380\,000$; im zweiten Falle ist der Abstand des Mondes von der Erde nur $363\,000$ km. Der Schattengreis auf der Erde hat höchstens 200 km Durchmesser.

34. Wie breit ist der Halbschatten des Mondes auf der Erde?

Wenn S, E, M die Mittelpunkte von Sonne, Erde, Mond, und I der innere Ähnlichkeitspunkt von Sonne und Mond, dann wird]

$$\frac{MI}{MS} = \frac{\rho}{r + \rho}; \quad MI = \frac{(149,5 - 0,4) \cdot 1740}{697100} = 372\,200.$$

$$\frac{b}{EI} = \frac{\rho}{MI}; \quad b = \frac{(384\,000 + 372\,200) \cdot 1740}{372\,200} = 3534 \text{ km.}$$

Wenn die Spitze des Kernschattens in die Nähe des Äquators trifft, dann ist auf dem größeren Teile der Erde partielle Sonnenfinsternis.

§ 17. Arithmetische und trigonometrische Aufgaben aus Astronomie im sechsten Jahrgang.

[A_{IV}–A_{VI}. Potenzen, Logarithmen.

Vorbemerkung: In der Astronomie kommen häufig sehr große Zahlen vor, und in früherer Zeit machte es schon Mühe, solche Zahlen zu bezeichnen. Bei den Griechen war μυριοι, zehntausend, das größte Zahlwort; es schien also, als ob man nicht weiter als bis μυριακις μυριοι, zehntausend mal zehntausend, zählen könne; erst ARCHIMEDES zeigte in

6377,4 km, nach CLARKE 6378,2 km setzen, und dadurch werden die Entfernungen der Planeten von der Sonne usw. beeinflusst. Bei den Aufgaben sind überall die Zahlenwerte zugrunde gelegt, die in der Logarithmentafel von A. SCHÖLKE (Leipzig, B. G. Teubner, 1912) angegeben sind, und die auf Mitteilungen von dem Vorsteher des Königl. Astronomischen Recheninstituts zu Berlin, Herrn Professor F. COHN, zurückgehen. Die Rechnung ist höchstens auf vier Stellen durchgeführt; denn um größere Genauigkeit zu erhalten, müßte man zahlreiche weitere Umstände in Betracht ziehen, durch welche die Aufgaben ihre Brauchbarkeit für den Unterricht verlieren würden.

seiner „Sandrechnung“, daß man auch beliebig große Zahlen angeben könne. Gegenwärtig ist die Schreibung durch Potenzen ein weit bequemer Mittel. Man muß jedoch versuchen, sich die Bedeutung der großen Zahlen auf verschiedene Arten anschaulich zu machen.

1. In welcher Größe und 2. Entfernung muß man die Planeten abbilden, wenn die Sonne durch eine Kugel von 1 m Halbmesser dargestellt wird?

1. mm ♀ 9,15 ♂ 9,17 ♂ 4,88 4 104 ♀ 84,9; ♂ 2,5,

2. km ♀ 0,16 ♂ 0,22 ♂ 0,33 4 1,12 ♀ 2,05; ♂ 0,55 m.

3. Welchen Abstand würde Sirius [$85,7 \cdot 10^{12}$ km von der Erde entfernt] nach der vorigen Annahme erhalten? — Antwort: 123 000 km.

4. In welcher Zeit würde a) das Licht ($c = 300\,000$ km), b) die Kugel eines Infanteriegewehres (860 m), c) ein Schnellzug (22 m) von der Erde nach der Sonne ($149,5 \cdot 10^6$ km) gelangen, d) wieviel würde eine Fahrkarte für diese Entfernung kosten? [in Preußen kostet 1 km II. Klasse 0,045 \mathcal{M} , III. Klasse 0,03 \mathcal{M} .]

a) 8 min 18 sek, b) 6,6 Jahre, c) 186 Jahre, d) III 4 480 000 \mathcal{M} .

5. Daselbe für den Sirius [$85,7 \cdot 10^{12}$ km].

a) 9 Jahre, b) $4,4 \cdot 10^6$ Jahre, c) $123 \cdot 10^6$ Jahre,

d) III $2,5 \cdot 10^{13}$ \mathcal{M} .

6. Wie lang ist die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre zurücklegt (ein Lichtjahr)? — Antwort: $9,47 \cdot 10^{12}$ km.

7. Wie lang sind die Bahnen der Planeten um die Sonne?

10^6 km [♀ 679 ♂ 939 ♂ 1430 4 4890 ♀ 8960].

8. Welche Wege legen die Planeten und der Mond a) in einem Tage, b) in einer Sekunde zurück?

a) 10^6 km [♀ 3,02 ♂ 2,57 ♂ 2,08 4 1,13 ♀ 0,833 ♂ 0,0883]

b) km [35,0 29,8 24,1 13,1 9,64 1,02]

9. In 24 Stunden bewegen sich scheinbar alle Gestirne um die Erde. Welche Geschwindigkeit in der Sekunde würde dies a) für den Mond, b) für die Sonne, c) für den Sirius ergeben?

a) 27,9 km, b) 10 900 km, c) $6250 \cdot 10^6$ km.

Der scheinbar aus der Beobachtung folgende Umlauf der Gestirne um die Erde führt für die Fixsterne zu Werten der Bahngeschwindigkeit, welche die Lichtgeschwindigkeit mehr als 10 000 mal übertreffen.

10. Bestimme a) den Rauminhalt und b) die Oberfläche von Sonne,

11. Erde und 12. Mond.

10. a) $1,41 \cdot 10^{18}$ cbkm, b) $6,08 \cdot 10^{12}$ qkm.

11. a) $1,08 \cdot 10^{12}$ cbkm, b) $510 \cdot 10^6$ qkm.

12. a) $22,1 \cdot 16^9$ cbkm, b) $38,0 \cdot 10^6$ qkm.

13. Wie verhalten sich die Inhalte von Erde und Mond, 14. Jupiter und Erde, 15. Sonne und Jupiter, 16. Sonne und Erde?

13. $49,1 : 1$, 14. $1460 : 1$, 15. $890 : 1$, 16. $1\,300\,000 : 1$.

13₁.—16₁. Wie verhalten sich die Massen dieser Körper?

13₁. $82 : 1$, 14₁. $336 : 1$, 15₁. $990 : 1$, 16₁. $333\,000 : 1$.

17. Nach der Kant-Laplace'schen Theorie ist das Sonnensystem einst ein Nebelball gewesen. Wie groß war die Dichtigkeit dieses Nebels bezogen auf a) Wasser, b) Luft, wenn wir annehmen, daß er die Gestalt einer Kugel mit dem Halbmesser der Neptunsbahn gehabt hätte. [Betrachte zunächst nur die Masse der Sonne und untersuche, wie die Dichtigkeit sich ändert, wenn man die Masse der großen Planeten hinzunimmt.]

17. a) $5,2 \cdot 10^{-12}$, b) $4,1 \cdot 10^{-9}$.

Durch Hinzunahme der Planetenmasse wird nur die zweite Dezimalstelle etwas vergrößert.

Da gute Luftpumpen nur eine Druckverminderung auf etwa $0,0001$ mm, also noch nicht eine Dichte von 10^{-7} der Luft erreichen, so wäre die Dichte dieses Nebels geringer als die des vollkommensten Vakuums, das wir künstlich hervorbringen können.

Astronomische Aufgaben im Trigonometrieunterricht.

In Bd. I, S. 270 wurde angesichts der Aufgabe:

Die geographische Breite φ^0 und die Schiefe der Ekliptik ϵ^0 zu bestimmen aus der größten Länge L m und der kleinsten l m der Schatten, die ein (lotrechter) Stab von der Höhe h m (auf eine wagrechte Ebene) im Laufe eines Jahres wirft,

die didaktische Frage aufgeworfen, ob man schon bei einem ersten Einführen in den Begriff goniometrischer Funktionen die Aufmerksamkeit des Schülers teilen dürfe zwischen dem mathematischen Interesse (diesmal Begriff und Eigenschaften der goniometrischen Funktion Tangens) und dem astronomischen (diesmal Zusammenhang zwischen φ , ϵ und den durch L , l und h gegebenen Sonnenständen in bezug auf den Horizont des Beobachtungsortes). Nach dem alten pädagogischen Rezept des COMENIUS: *Non nisi unum uno tempore* wäre jene Frage zu verneinen. Man dürfte nach ihm eben auch nicht mathematische und astronomische Schwierigkeiten häufen und miteinander verquicken. Die Geschichte der Astronomie und Goniometrie aber, die noch sehr viel weiter zurückreicht als die der Didaktik, wird den Lehrer, der sich zur Abwechslung einmal auch ein Abgehen vom geraden

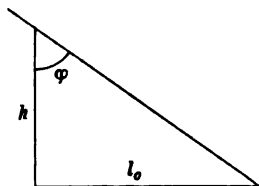
pädagogischen Weg zutraut, doch eine solche möglichst innige Verbindung astronomischer und trigonometrischer Belehrungen wagen lassen. Und in der Tat hatten wir beim Aufwerfen jener Frage Bd. I, S. 271 ihre Bejahung vorgesehen, schon im Hinblick auf die in Bd. I, S. 283 Anm. in Erinnerung gebrachten alten Namen „*umbra recta*“ für die Funktion Cotangens und „*umbra versa*“¹⁾ für die Funktion Tangens. – Zur näheren Begründung dieses Ja vergegenwärtigen wir uns noch deutlicher den besten Lehrgang, durch den sich die einfachere Aufgabe:

Die geographische Breite φ zu bestimmen aus h und der Schattenlänge l_0 zur Zeit der Äquinoktien,

gleichzeitig fruchtbar machen läßt ebensowohl für die Wiederholung von Geographisch-Astronomischem wie auch für den Vorkursus der Goniometrie, den wir ohne jedes weitere *praeambulum* mit der einen Funktion Tangens begannen (Bd. I, S. 263 bis 272).

Daß die Lösung dieser Aufgabe trigonometrisch überaus einfach durch das rechtwinklige Dreieck Abb. 49 und also durch die Gleichung

Abb. 49.



$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{l_0}{h}$$

gegeben ist, wird den Lehrer nicht verleiten dürfen, dem Durchschnitt der Schüler zuzutrauen, daß auch ihnen gerade das Astro-

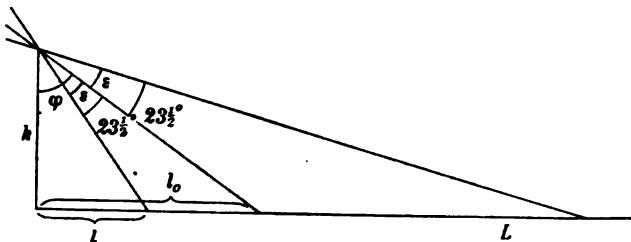
nomisch-Geographische an diesen Beziehungen sofort auf den ersten Blick einleuchte und geläufig sei. Es wird vielleicht einer ziemlich langen Vorerörterung zuerst astronomischen und dann einer kurzen goniometrischen Inhalts bedürfen, bis jenes Dreieck und diese Gleichung für den Schüler den didaktischen Wert einer wirklich von Grund aus verstandenen Zusammenfassung seiner vor vier Jahren (im II. Jahrgang, bei der Lehre von der Kugelgestalt der Erde, S. 80ff.) gewonnenen Anschauungen und Begriffe aus der astronomischen Geographie empfangen hat. Steht aber dann einmal fest, daß und warum diese geographische Breite nirgends anders zu suchen sei als in dem rechtwinkligen Dreieck aus den Katheten l_0 und h , und zwar als der der Kathete l_0 gegenüberliegende Winkel, so darf freilich rein goniometrisch der Übergang von φ zu $\operatorname{tg} \varphi$ und umgekehrt das Berechnen von φ aus jener Gleichung $\operatorname{tg} \varphi = l_0/h$ keine Schwierigkeit mehr sein;

1) Vgl. *Rudio* (Archimedes etc. über die Kreismessung) 1892, S. 22.

auch schon nicht im allerersten Vorkursus zur Goniometrie und Trigonometrie (Bd. I, S. 263–276).

Wohl aber bleibt es wieder eine auch goniometrisch noch immer nicht zu leichte, sondern ganz ausgiebige Aufgabe, auch bei dieser Gleichung funktional, d. h. diesmal an variable φ denken zu lassen; nämlich sich die Art, wie unter verschiedenen Breiten gleich lange Stäbe (vgl. in Abb. 24 u. Abb. 25, S. 139, 141 den Karton und den Obelisk) verschieden lange Schatten werfen, am besten zuerst nur zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen, von allen Schülern mit voller Anschaulichkeit vorstellen und dabei wieder ebenso klar anschaulich und präzise gedanklich erfassen zu lassen, wie die schon aus früheren konkreten Beispielen vertraute „Funktion tg “ mit wachsender Breite φ ihrerseits wächst (von 0° am Äquator bis 90° am Nord-, später auch -90° am Südpol – Übungen im Vorzeichen von tg u. dgl. m.) – Dann erst auch wieder das Wachsen von l über l_0 bis L (Abb. 50) vom Sommer- bis zum Wintersolstitium.

Abb. 50.



Übertragen wir diese didaktischen Erwägungen aus der Sprache des Didaktikers in die des Lehrers mit dem Schüler, so mag sich die Behandlung der Aufgabe etwa so gestalten:

L.: Ihr erinnert euch, daß ihr, solange ihr zum Beobachten von Sonnenständen angeleitet wurdet, euch dabei eines lotrechten Stabes auf wagrechter Ebene bedient und die Schattenlängen beobachtet habt. Wann war das?

S₁: Schon in der ersten Klasse.

L.: Was habt ihr über die Bedeutung solcher Schattenbeobachtungen im Altertum gehört?

S₂ berichtet über Gnomon, Obelisk etc.

L.: Was werden Ägypter an einem unter $23\frac{1}{2}^\circ$ nördl. Br. stehenden Obelisk zu verschiedenen Jahreszeiten beobachtet haben?

S₃: Im Sommersolstitium die Schattenlänge 0, in den Äquinoktien eine Länge l_0 , im Wintersolstitium eine größere L .

L.: Wird $L = 2l_0$ gewesen, d. h. die Länge des Schattens während

der gleichen Zeiten von Juni bis September und September bis Dezember, um gleich viel gewachsen sein?

Wußte hierauf die Klasse sogleich mit einem $L > 2l_0$ und einer richtigen Begründung zu antworten, so dürfte sich der Lehrer zu den Erfolgen des Geographie- und des bisherigen Goniometrieunterrichtes wohl gratulieren. Wahrscheinlich aber ist es schon bei den früheren Antworten auf die viel einfacheren Fragen nicht so ganz glatt und sicher gegangen, und es haben sich nur zu viel Gelegenheiten ergeben, Lücken und ihre Ursachen aufzudecken – welche Möglichkeiten hier natürlich nicht noch einmal ins einzelne zu verfolgen sind. Angenommen aber, es seien hier nur Erinnerungen verblaßt, dagegen im wohlgeordneten Unterricht vom zweiten bis fünften Jahrgang alles hierher Einschlägige über Kugelgestalt der Erde, über die Gleichung „Geographische Breite = Polhöhe“ usw. bis zu voller Beherrschung durch den Schüler erlernt gewesen, so wird man nun unschwer die Fragestellung auch variieren und z. B. von Schattenbeobachtungen am Äquator ausgehen können, wo die Schattenlänge 0 den Äquinoktien entspricht; und man wird so auf mehr als einem Wege zu jenem rechtwinkligen Dreieck Abb. 49 und der aus ihm abzulesenden Gleichung $\operatorname{tg} \varphi = l_0/h$ gelangen.

Von dieser in aller Gründlichkeit verarbeiteten Aufgabe ist es dann mit gleichen methodischen Mitteln auch nicht mehr weit zu der eingangs angeführten, deren Lösung in den Gleichungen

$$\operatorname{tang} (\varphi - \epsilon) = \frac{l}{h} \qquad \operatorname{tang} (\varphi + \epsilon) = \frac{L}{h}$$

liegt. Die weitere Lösung wird man numerisch, etwa an einem oder zwei historisch denkwürdigen Beispielen¹⁾ durchführen lassen (natürlich indem man sogleich die Werte von $\varphi - \epsilon$ und $\varphi + \epsilon$ berechnet und aus ihnen φ und ϵ – nicht aber etwa durch eine verzwickte goniometrische Transformation, wie sie einmal ein Schüler an den zweierlei Tangenten vollziehen zu müssen glaubte).

1) REIDT gibt in seiner „Sammlung von Aufg. zur Trigon.“ (1. Aufl. 1872) die beiden folgenden:

668. Im Jahre 1100 v. Chr. wurde an einem 8 Fuß hohen Gnomon die kleinste Schattenlänge desselben im Sommersolstitium gleich 1,54, im Wintersolstitium gleich 13,12 Fuß beobachtet. Man soll die damalige Schiefe der Ekliptik bestimmen.

669. Der Grieche Pytheas beobachtete im Jahre 320 v. Chr. in Marseille zur Zeit des Sommersolstitiums die Sonne an einem Gnomon, dessen Höhe 120' und dessen mittägige Schattenlänge $41\frac{4}{5}'$ betrug. Welcher Wert folgt hieraus für die damalige Schiefe der Ekliptik, wenn die Polhöhe von Marseille $43^\circ 18'$ und der Halbmesser der Sonne gleich $0^\circ 16'$ ist? (Letzterer ist von der berechneten Höhe der Sonne abzuziehen.)

Das letzte Wort in dieser und der vorigen einfacheren Aufgabe gebührt aber auf alle Fälle wieder der Astronomie, die ja auch das erste zu sprechen hatte. Der Schüler darf und wird es bewundern, daß so naheliegende Messungen, wie die des kleinsten und größten Schattens bei gegebener Stablänge, schon ausreichen, die zwei Unbekannten, die geographische Breite und noch dazu die Schiefe der Ekliptik, zu vermitteln. Was dann wieder Veranlassung gibt, sich darauf zu besinnen, daß astronomisch hier wirklich nichts anderes in Anspruch genommen ist, als die Kenntnis der Schraubenbahn der Sonne mit ihrem Abstände 2ϵ der äußersten Schraubengänge (der Wendekreise am Himmel – Wiederholung aus dem I. Jhg.) und der Lage dieser Schraubenbahn zu verschiedenen Horizonten der Erde (Wiederholung aus dem II. Jhg.). Daß solche Messungen schon im Altertum gemacht wurden, erinnert handgreiflich daran, daß hier „Schiefe der Ekliptik“ nicht im heliozentrischen, sondern nur im geozentrischen Sinne (Wiederholung aus dem III. u. IV. Jhg.) gemeint sein konnte.

Läßt sich aber eine Aufgabe, die für die Mathematik als solche überaus einfach ist, astronomisch so vielseitig lehrreich didaktisch verwerten, so ist es gewiß nicht bloß Geschmacksache, daß es zu bedauern wäre, falls sich der Mathematikunterricht mit dem Zeichnen des Dreiecks Abb. 50 und dem Rechnenlassen der Winkel begnügte, und wenn er nicht im Schüler vor allem den starken Eindruck hervorbrächte, daß diese rein mathematischen Dinge eben doch nur Mittel, das astronomische aber ein diesmal gewiß höher stehender Zweck gewesen sei.

Wir verweilen eingehend bei der didaktischen Analyse einer, von bloß mathematischem Standpunkt genommen, mehr als einfachen Aufgabe aus der ebenen Trigonometrie. Dagegen denkt der Mathematiker beim Titel dieses ganzen Abschnittes „Astronomisches im Mathematikunterricht“ (s. o. S. 225) sogleich und fast ausschließlich an *sphärische*¹⁾ Trigonometrie; und zwar ebenso vom wissenschaftlich-mathematischen, wie vom wissenschaftlich-astronomischen Standpunkt aus natürlich mit vollkommenem Recht aus den bekannten wissenschaftlichen Gründen. Dennoch wird es didaktisch speziell für *sphärische* Trigonometrie und für

1) Die wichtigsten Aufgaben [Tageslänge, Morgenweite, Zeitbestimmung durch Messung der Sonnenhöhe], die man gewöhnlich durch *sphärische* Trigonometrie zu lösen pflegt, kann man auch, wie es bei den Aufgaben S. 259ff. angegeben ist, durch *ebene* Trigonometrie behandeln, wenn man das Himmels-

Aufgaben aus ihr, die weitaus am besten gerade der Astronomie zu entnehmen sind, eines Rates nicht bedürfen; ausgenommen vielleicht nur den: es möge ein Lehrer über der natürlichen Zusammengehörigkeit von astronomisch-geographischer Sphärik und sphärischer Trigonometrie ja nicht etwa die immerhin mannigfaltigen und auf alle Fälle grundlegenden Aufgaben auch der ebenen Trigonometrie überhaupt aus den Augen verlieren. Dieser didaktische Rat ist doppelt nötig für diejenigen Gymnasien (z. B. die in Österreich), aus deren Lehrplan alle sphärische Trigonometrie überhaupt ausgeschieden ist. Wobei man aber diesen Umstand, der für die offiziellen Lehrpläne ganz gerechtfertigt sein mag, schon durch die geringe Stundenanzahl (3 in allen Jahrgängen der österreichischen Gymnasien, ausgenommen den VIII. Jhg. mit nur 2, vgl. Bd. I, S. 48, 49 Anm.), nicht doktrinär dahin übertreiben dürfte, daß etwa der Gymnasiast überhaupt nie etwas hören dürfe von einem sphärischen Dreieck und seiner trigonometrischen Auflösung: denn welche Rolle gerade solche in der Astronomie spielen, wurde schon im Bd. I, S. 291 berührt. Lernen die Gymnasiasten sphärische Dreiecke schon nicht systematisch auflösen, so würde das noch nicht hindern, sie gerade so wie Realschüler zu lehren, wie man Aufgaben, z. B. die typische von der Morgen- und Abendweite, in die Sprache der Sphärik übersetzt; denn das Ausfindigmachen eines Dreieckes mit lauter größten Kreisen, auch wenn es sich um Bogen von Nebenkreisen handelt, ist eine allein schon, wenn nicht trigonometrisch so doch stereometrisch überaus lehrreiche Aufgabe, ja oft das Lehrreichste an einer ganzen, von Anfang bis zum Ende durchgeführten Aufgabe der sphärischen Astronomie überhaupt. — Vgl. u. S. 259, Anm.

Alles Nähere in Sachen der Sphärik für Zwecke des astronomischen Unterrichts kann hier übergangen werden, da es z. B. bei EPSTEIN, Geonomie S. 39–53 in einer auch dem Unterricht handsamen Weise ausführlich dargestellt ist, u. a. auch versehen mit zahlreichen numerischen, zum Teil bis ins einzelne durchgerechneten Beispielen.

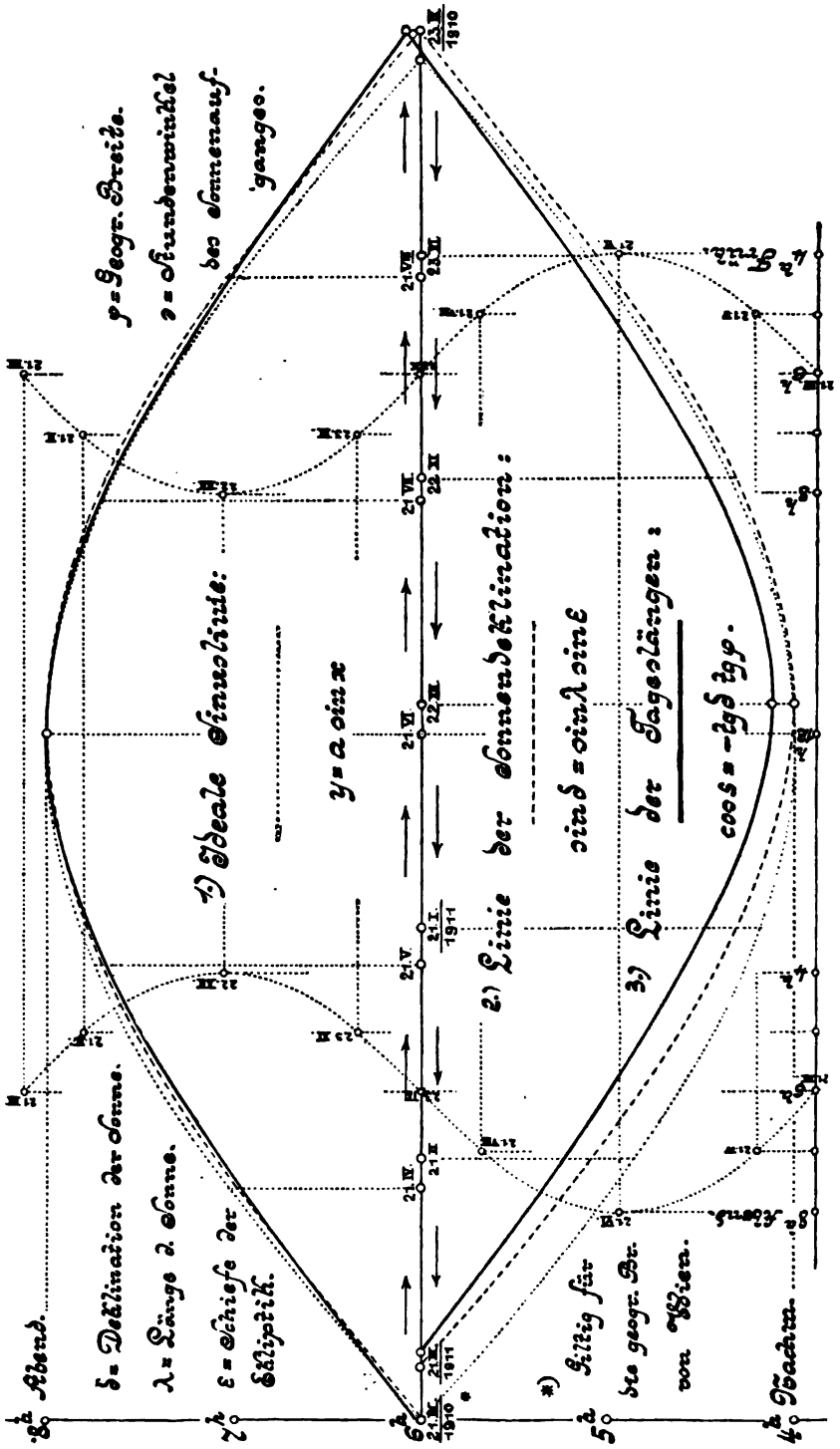
Ehe wir aber im folgenden zurückkehren zu eigentlichen trigonometrischen Rechenaufgaben teils der ebenen, teils der sphä-

gewölbe auf die Ebene des Meridians projiziert. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, solche Aufgaben jederzeit ohne besondere mathematische Vorbereitung zu besprechen, und weil hierbei die Ausbildung der Raumanschauung dieselbe bleibt wie bei dem älteren Verfahren, so ist zu erwarten, daß diese Art der Lösung mit dem weiteren Vordringen der darstellenden Geometrie allgemeiner in Gebrauch kommen wird.

rischen Trigonometrie, wollen wir dem oben (S. 249–252) didaktisch so ausführlich analysierten Beispiel zu einem astronomisch-funktionalen Denken in der Funktion Tangens noch eine ähnliche, aber kürzer gefaßte Analyse zum astronomischen Denken nach der Funktion Sinus beigeben (wie wir auch schon in Bd. I der Funktion Tangens [S. 263ff.] die Funktion Sinus [S. 273] haben nachfolgen lassen).

Es handelt sich um eine der allerersten quantitativen Zuschärfungen, auf die allenfalls sogar schon der elfjährige Schüler unseres ersten Jahrganges kommen kann und soll, also lange bevor er etwas von „Sinus“ oder sonstiger Trigonometrie zu hören bekommt. Wir meinen die einfache Entdeckung, die ja bei richtiger, wenn auch noch so schlichter Anleitung immerhin der Schüler aus eigenem machen könnte und sollte: daß von den rund zwei Stunden Zunahme der Tageslänge während der drei Monate März bis Juni die erste Stunde 6–7^h schon auf den einen April, die zweite Stunde 7–8^h auf zwei Monate vom 21. April bis 21. Juni kommt; u. zw. auch davon wieder der weit größere Teil schon auf den Mai, so daß vom 21. Mai bis 21. Juni der Tag nur mehr wenig, für den Unaufmerksamen vielleicht überhaupt nicht mehr merklich zunimmt.

Diese absichtlich völlig rohen Zeitangaben mußten aber spätestens einen Schüler des sechsten Jahrganges, dem die Eigenschaften der Funktion Sinus wirklich schon in Fleisch und Blut übergegangen sind, unmittelbar sozusagen „wittern“ lassen, daß hier (annähernd) die Funktion Sinus im Spiele sei. Denn wie dort auf das erste Drittel der drei Monate des Vierteljahres März bis Juni schon die erste Hälfte des Zuwachses um zwei Stunden (über 6^h–8^h abends) entfällt, so hat für die ersten 30°, d. i. das erste Drittel des Quadranten 0° bis 90° der Sinus schon den Wert $\frac{1}{2}$, d. i. die Hälfte seines überhaupt größten Wertes 1, der ihm bei 90° zukommt, erreicht. — Und so nun weiter für das zweite, dritte, vierte Vierteljahr, indem in der Tat der Tag von Juni bis September abnimmt, aber immer noch einen positiven Überschuß über die mittlere Länge der Äquinoktien hat; er nimmt ab, und jener Überschuß wird ein negativer, ein Defizit gegen jene mittlere Tageslänge vom September bis Dezember usw. — Weder ein Astronomie-, noch ein Trigonometrieunterricht dürften sich schmeicheln, jeder für seinen Teil und beide miteinander ihre Schuldigkeit getan zu haben, wenn den Schülern solche „Witterungen“ für die funktionellen Zusammenhänge, also in unserem Beispiel für die Veränderungen der Tageslänge und die der Funktionswerte von Sinus sich nicht alsbald aufdrängten. Was dann noch alles über ein solches Aperçu des Schülers von seiten des Lehrers, des Lehr- und des Übungsbuches zu tun ist, um es nicht zu einem solchen bloßen „Anschauen in Funktionen“, sondern zum



„Denken nach Funktionen“, nämlich zu festen Definitionen und Gleichungen kommen und also die regelrechte mathematische Bestimmtheit erringen zu lassen, sagt für unseren Fall ausreichend die beistehende Zeichnung (Abb. 51). — Und nun zurück zu einzelnen Aufgaben.

GVI. Ebene Trigonometrie.

I. Planetenbewegung.

[Rechtwinkliges Dreieck.]

1. a) Wieviel Bogengrad kann sich Venus von der Sonne entfernen?

Man ziehe von der Erde E eine Tangente an die Bahn der Venus, dann ist $\sin \alpha = r_v : r_s$, $\alpha = 46,3^\circ$. Venus kann also höchstens 46° östlich oder westlich von der Sonne stehen.

1. b) Wieviel Tage vor der unteren Konjunktion steht Venus als Abendstern in der größten östlichen Entfernung?

Der Längenunterschied zwischen Venus und Erde bei dieser Stellung ist $90^\circ - 46,3^\circ = 43,7^\circ$, also wird $1,6021^\circ x - 0,9856^\circ x = 43,7^\circ$, und $x = 71$ Tage. Ebenso erreicht die Venus 71 Tage nach der unteren Konjunktion als Morgenstern den größten westlichen Abstand.

1. c) Wieviel Kilometer ist Venus in dieser Stellung von der Erde entfernt?

$$EV = a = r_v \cdot \cos 46,3^\circ = 103 \cdot 10^6 \text{ km.}$$

2. a) Bei welchem Längenunterschied λ erscheint Mars in Quadratur, d. h. um 90° von der Sonne entfernt? (s. Abb. 52.)

$$\cos \lambda = r_e : r_m; \quad \lambda = 49,0^\circ.$$

2. b) Wieviel Tage vor und nach der Opposition tritt diese Stellung ein?

$$0,9856^\circ \cdot x - 0,5240^\circ \cdot x = 49,0^\circ, \quad x = 106 \text{ Tage.}$$

2. c) Wieviel Kilometer ist Mars bei dieser Stellung von der Erde entfernt?

$$EM = r_e \cdot \tan \lambda = 172 \cdot 10^6 \text{ km.}$$

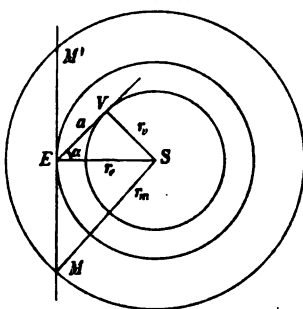
3. Dasselbe für Jupiter:

$$\text{a) } 78,9^\circ, \quad \text{b) } 87 \text{ Tage,} \quad \text{c) } 763 \cdot 10^6 \text{ km.}$$

4. Dasselbe für Saturn:

$$\text{a) } 84,0^\circ, \quad \text{b) } 88 \text{ Tage,} \quad \text{c) } 1420 \cdot 10^6 \text{ km.}$$

Abb. 52.



[Schiefwinkliges Dreieck.]

5. Man beobachtet, daß Mars, von der Erde gesehen, in der Ekliptik den Abstand $\alpha = a)$ 60° , $b)$ 165° von der Sonne hat; wie groß ist seine Entfernung von der Erde? (Abstand von Erde und Sonne $= 1$, von Mars und Sonne $\rho = 1,524$.)

$$\sin \beta : \sin \alpha = r : \rho; \quad \beta = a) 34,63^\circ, \quad b) 9,78^\circ.$$

$$e : r = \sin(\alpha + \beta) : \sin \beta; \quad e = a) 1,754, \quad b) 0,5356.$$

6. Dasselbe für Jupiter.

$$\beta = a) 9,58^\circ, \quad b) 2,852^\circ; \quad e = a) 5,63, \quad b) 4,230.$$

7. Dasselbe für Venus, wenn $\alpha = 30^\circ$ ist.

Hier sind zwei Seiten und der der kleineren Seite gegenüberliegende Winkel gegeben, also zwei Lösungen möglich:

$$\beta = 43,74^\circ, \quad e = 1,389; \quad \beta_1 = 136,26^\circ, \quad e_1 = 0,3435.$$

8. Wieviel Grad erscheint Venus von der Sonne entfernt, wenn ihr Abstand von der Erde $\rho = 100 \cdot 10^6$ km ist?

Aus den drei Seiten berechnet man $\lambda = 41,96^\circ$, $\alpha = 46,28^\circ$.

9. Wieviel Kilometer ist ein Planet an einem beliebigen Tage von der Erde entfernt?

Man berechnet die Länge sowie den Längenunterschied $\angle ESP = \lambda$ nach S. 242–243 und findet $e^2 = r^2 + \rho^2 - 2r\rho \cos \lambda$.

10. In dem Dreieck Erde E , Sonne S , Planet P soll für einen beliebigen Tag der Winkel $PES = \alpha$ berechnet werden (s. Abb. 47, S. 242).

Man berechnet den Längenunterschied $\angle ESP = \lambda$, ferner $\alpha + \beta = 180^\circ - \lambda$, und findet durch den Tangenten-Satz

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} : \operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} = (\rho - r) : (\rho + r) \text{ den Winkel } \alpha.$$

z. B. am 31. Dez. 1909 ist für Mars $\rho = 1,524$, $ES = r = 1$, und

$$\begin{array}{rcl} \lambda = 99,3^\circ - 47,6^\circ = 51,7^\circ; & \alpha + \beta = 128,3^\circ & \\ \operatorname{tg} \frac{\alpha - \beta}{2} = \operatorname{tg} 64,2^\circ \cdot \frac{0,524}{2,524} & \frac{\alpha + \beta}{2} = 64,2^\circ & \\ \quad 0,3157 & \frac{\alpha - \beta}{2} = 23,2^\circ & \\ \quad 9,7193 & \hline \quad - 0,4021 & \alpha = 87,4^\circ. & \\ \hline \quad 9,6329. & & \end{array}$$

Durch den Winkel α findet man angenähert

11. die Kulmination und 12. den Auf- und Untergang des Planeten für einen beliebigen Tag.

Steht z. B. am 31. Dez. 1909 Mars $\alpha = 87,4^\circ$ links von der Sonne, so wird er (weil jedes Gestirn bei der täglichen Bewegung in einer Stunde 15° zurücklegt) $\frac{\alpha}{15} = 5$ Stunden und 50^m nach der Sonne, also 5 Uhr 50^m nachmittags kulminieren ($K = 5^h 50^m p$).

Da die Erdachse nicht senkrecht zur Ekliptik steht, so ist diese Betrachtung nur angenähert richtig, man hätte die Kulmination aus der Differenz der Geradaufsteigungen berechnen müssen (s. S. 264).

Da Mars $\alpha = 87,4^{\circ}$ links von der Sonne steht, so befindet er sich an der Stelle, an welche die Sonne $n = 89$ Tage später hinkommt (denn in einem Tage rückt die Sonne in der Elliptik scheinbar $0,9856^{\circ}$ vor, in n Tagen $0,9856 \cdot n = \alpha = 87,4^{\circ}$, und dies liefert $n = 89$ Tage). Der Planet bewegt sich also ebenso wie die Sonne 89 Tage später, d. h. am 30. März. Ein Kalender ergibt für Berlin an diesem Tage den Sonnenaufgang um 5^{49} , den Untergang um 6^{28} , die Länge des halben Tags 6^{28} . Mars wird also am 31. Dez. 1909 um $5^{50} - 6^{28} = 11^{27}$ vormittags aufgehen und $5^{50} + 6^{28} = 12^{18}$ nachts untergehen; er steht nach Sonnenuntergang im Süden, kulminiert bald darauf und geht im Westen unter. (Nähere Bestimmung s. S. 266.)

Ähnlich bestimmt man die Stellung der anderen Planeten.

II. Tägliche Bewegung der Gestirne.

[Darstellende Geometrie, Berechnung durch ebene oder sphärische Trigonometrie.¹⁾]

Abb. 53 zeigt den Aufriß des Himmelsgewölbes auf die Ebene des Meridians $NPZKS$. Der Horizont erscheint als Gerade NS (Nord-Süd), ebenso der Äquator $AeqA_1$ und die tägliche Bahn eines Gestirns KK_1 (obere und untere Kul-


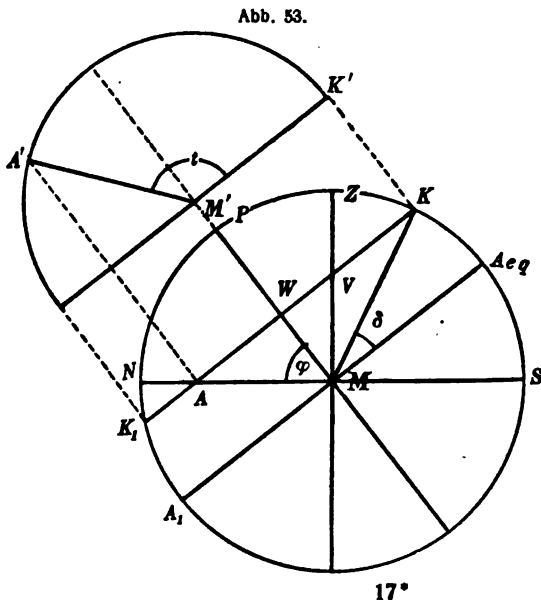


Abb. 53.

1) Man kann die Zeichnung als geometrische Lösung der Aufgabe ansehen und die Werte von t usw. durch einen Transporteur aus der Figur entnehmen. Größere Genauigkeit erhält man durch Rechnung, und zwar benutzt man gewöhnlich sphärische Trigonometrie. Im Text ist die Ableitung durch ebene Trigonometrie gegeben, damit die Aufgaben auch an Gymnasien leicht behandelt werden können.



mination). Die Weltachse MP bildet mit dem Horizont den $\angle \varphi$, die tägliche Bahn KK_1 hat vom Äquator die Abweichung (Deklination) δ ; der Halbmesser sei $NM = KM = r$.

1. Bestimme den halben Tagesbogen, Aufgang und Untergang des Gestirns KK_1 .

Der Aufgangspunkt A (oder Untergangspunkt) liegt dort, wo der Horizont NS von der Bahn KK_1 geschnitten wird. Man denke sich die tägliche Bahn in die Ebene des Meridians heruntergeklappt (in der Figur ist nur die Hälfte gezeichnet und zugleich der Halbkreis in der Richtung der Weltachse verschoben), dann ist $A'K'$ der halbe Tagesbogen t , und die Figur zeigt

$$A'M \cdot \cos(180 - t) = AW = MW \operatorname{tg} \varphi,$$

$$A'M = K'M = KW = r \cos \delta,$$

$$MW = r \sin \delta,$$

also

$$r \cos \delta \cdot \cos(180^\circ - t) = r \sin \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

$$\cos t = -\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

2.—4. Man berechne hieraus für die Breite Berlin $\varphi = 52,50^\circ$ (oder für den Schulort):

2. den Stundenwinkel beim Aufgange eines Gestirns mit der Abweichung $\delta =$ a) 0° , b) 10° , c) 20° , d) 30° .

Man erhält $t =$ a) 90° , b) $103,28^\circ$, c) $118,31^\circ$, d) $138,79^\circ$.

also bei gleichmäßig wachsender Deklination wächst der Tagesbogen schneller.

Bei südlicher Deklination erhält man aus der Figur (oder durch Einsetzen von $-\delta$ in obige Formel) $\cos t = \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi$.

3. die Hälfte des längsten Tages in a) Kairo, b) Athen, c) Berlin, d) Stockholm?

Es wird $t =$ a) $6^h 58,2^m$, b) $7^h 19,2^m$, c) $8^h 17,7^m$, d) $9^h 8,2^m$.

Bei südlicher Breite ist wieder $\cos t = \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi$. Also für Kapstadt wird die halbe Tageslänge am 21. Juni $4^h 52,1^m$, am 21. Dezember $7^h 7,9^m$.

4. den halben Tagesbogen für a) Aldebaran, b) Sirius, c) Arktur, d) Wega.

Es wird $t =$ a) $7^h 29,7^m$, b) $4^h 28,7^m$, c) $7^h 51,2^m$.

Die letzte Aufgabe ist nicht lösbar, weil $\cos t > 1$ wird; Wega ist dauernd sichtbar. Die Grenzbedingung wird gegeben durch $\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1$, $\delta = 90^\circ - \varphi$, und dies ist die früher schon gefundene Grenze für die Zirkumpolarsterne.

Die obige Formel gibt auch die Lösung für die beiden folgenden Aufgaben:

$$V'M \cdot \cos t = VW = MW \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

$$r \cdot \cos \delta \cdot \cos t = r \sin \delta \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

$$\cos t = \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{ctg} \varphi.$$

Für den längsten Tag wird in Kairo $t = 41,50^\circ$, die Sonne steht also 2 Uhr 46 Min. nachmittags im Westen und 9 Uhr 14 Min. vormittags im Osten. Ähnlich erhält man für Aldebaran in Berlin $77,02^\circ \sim 5^h 8^m$ nach der oberen Kulmination. Man sagt häufig: „um 6 Uhr steht die Sonne im Westen“; die Figur zeigt, daß bei großer Deklination oder niedriger Breite die Abweichung beträchtlich werden kann.

12. Welche Höhe erreichen die Gestirne in der Ost-West-Richtung?

Überträgt man V (Abb. 53 oder 54) in den Meridian, so wird

$$r \sin h = VM = \frac{MW}{\sin \varphi} = r \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \varphi},$$

$$\sin h = \sin \delta : \sin \varphi.$$

Dies liefert für Kairo $52,58^\circ$ und für den Aldebaran $20,73^\circ$.

13. Welche Höhe erreichen die Gestirne im Sechsuhrkreise, d. h. um 6 Uhr?

Überträgt man W (Abb. 53 oder 54) auf den Meridian, so wird

$$r \sin h = MW \cdot \sin \varphi,$$

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi.$$

Z. B. in Kairo ist die Höhe $11,51^\circ$; für Aldebaran 6 Stunden nach der Kulmination $6,42^\circ$.

14. Welches Azimut haben die Gestirne um 6 Uhr?

Projiziert man die tägliche Bahn (Abb. 54) auf den Horizont, so hat W'' von NS den Abstand $W'W'' = KW = r \cos \delta$, folglich wird

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r \cos \delta}{MW \cdot \cos \varphi} = \frac{r \cos \delta}{r \sin \delta \cdot \cos \varphi} = \frac{\operatorname{ctg} \delta}{\cos \varphi}.$$

Für Kairo steht die Sonne von Norden gerechnet $69,4^\circ$ nach Osten, oder abends $N 69,4^\circ W$; Aldebaran steht $N 75,0^\circ W$.

15. Besonders wichtig ist die Aufgabe, durch die Messung der Sonnenhöhe die Ortszeit zu finden, denn hieraus läßt sich durch Vergleichung mit einer nach Greenwicher Zeit gehenden Uhr die Länge des Ortes bestimmen (s. Schiffsfahrtskunde).

Wenn die Sonne (oder ein anderes Gestirn) sich in G oder übertragen in G' und G'' befindet, ist die Sonnenhöhe $G'S = h$, und es wird nach Abb. 55

$$\begin{aligned} r \cdot \sin h &= BC + CG' = MW \sin \varphi + GW \cdot \cos \varphi \\ &= r \sin \delta \cdot \sin \varphi + r \cos \delta \cdot \cos t \cdot \cos \varphi. \end{aligned}$$

16. Die Richtung (das Azimut) der Sonne soll zu beliebiger Zeit t bestimmt werden.

Alle Punkte von gleicher Höhe h liegen auf einem Parallelkreise zum Horizont, der mit dem Halbmesser $MB = MG''$ (s. Abb. 55) gezeichnet wird, ferner ist

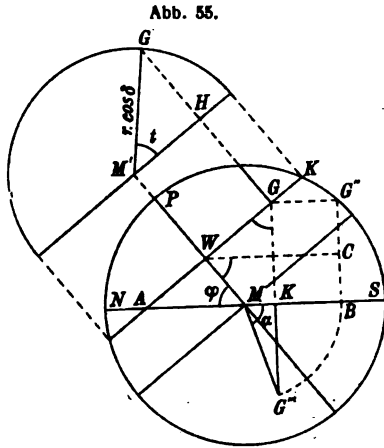
$$KG'' = G'H = r \cos \delta \cdot \sin t,$$

also

$$\sin a = \frac{KG''}{MG''} = \frac{r \cdot \cos \delta \cdot \sin t}{r \cdot \cos h},$$

oder

$$\sin a : \sin t = \cos \delta : \cos h.$$



III. Sichtbarkeit der Gestirne.

A. Die Sonne.

Die wichtigsten Fragen sind schon oben S. 260 unter der Voraussetzung beantwortet, daß die Sonne einen Parallelkreis zum Äquator beschreibt. Will man die Schraubenbahn berücksichtigen, so darf man nicht, wie es dort geschehen, die für den Mittag geltende Abweichung δ direkt aus der Tafel entnehmen, sondern man muß δ durch Interpolation für den Zeitpunkt der Beobachtung berechnen. Z. B. am 1. Mai 1900 ist für den mittleren Greenwicher Mittag $\delta = 15,02^\circ$, und da der halbe Tagbogen etwa $7^h 20^m = 0,3$ Tage dauert, so ist beim Aufgange $\delta = 14,93^\circ$ und beim Untergange $\delta = 15,11^\circ$. Die Berechnung zeigt, daß der Vormittag im Frühling ungefähr eine Minute kürzer ist als der Nachmittag.

Da ferner das bürgerliche Jahr zu 365 oder 366 Tagen gerechnet wird, so verschiebt sich δ von Jahr zu Jahr, z. B.:

am 1. Mai 1912	ist $\delta = 15,05^\circ$,
" " " 1913	" $\delta = 14,97^\circ$,
" " " 1914	" $\delta = 14,90^\circ$,
" " " 1915	" $\delta = 14,83^\circ$,
" " " 1916	" $\delta = 15,06^\circ$ (Schaltjahr).

Auch für die geographische Länge muß δ interpoliert werden (Näheres in der Logarithmentafel von Schölke).

Endlich muß man die Strahlenbrechung berücksichtigen, denn die Sonne steht bereits $0,58^\circ$ unter dem Horizont, wenn wir sie im Untergange erblicken. Man findet aus der S. 262 abgeleiteten Formel

$$\cos t = -\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi - \frac{\sin h}{\cos \delta \cos \varphi},$$

daß der halbe Tag t um 4 bis 5 Minuten durch die Strahlenbrechung verlängert wird.

Wann geht die Sonne am 10. Oktober 1919 in München unter?

Berechnung: $\delta = -6,42^\circ$; $t = 83,66^\circ \sim 5^h 34,6^{\min}$, Zeitgleichung $-12,8^{\min}$, also Untergang $5^h 22^{\min}$ nach mittlerer Ortszeit, und $5^h 36^{\min}$ nach mitteleuropäischer Zeit.

B. Die Fixsterne.

Die Geradaufsteigung der (mittleren) Sonne $= \alpha_s$ [gleich der Sternzeit im mittleren Mittag] ist in der Tafel von Schülke für den ersten Tag eines jeden Monats angegeben, und für jeden folgenden Tag sind 4 Min.

hinzuzufügen. Für die Fixsterne ist die Geradaufsteigung α_G konstant.

Denkt man sich in Abb. 56 durch den Pol P und das Gestirn G , sowie durch P und die mittlere Sonne S größte Kreise gelegt, welche den Äquator in G_1 und S_1 schneiden, so ist, wenn F den Frühlingspunkt bedeutet, $FG_1 = \alpha_G$ und $FS_1 = \alpha_s$. Dann zeigt die Figur, daß $FG_1 - FS_1 = G_1S_1$ ist, d. h. der Unterschied der Geradaufsteigungen $\alpha_G - \alpha_s$ gibt an, wieviel Stunden das Gestirn später kulminiert als die Sonne. Z. B.:

1. Wann kulminiert Aldebaran ($\alpha = 4^h 30,8^m$, $\delta = 16,33^\circ$) am 1. April; und wann geht er auf und unter?

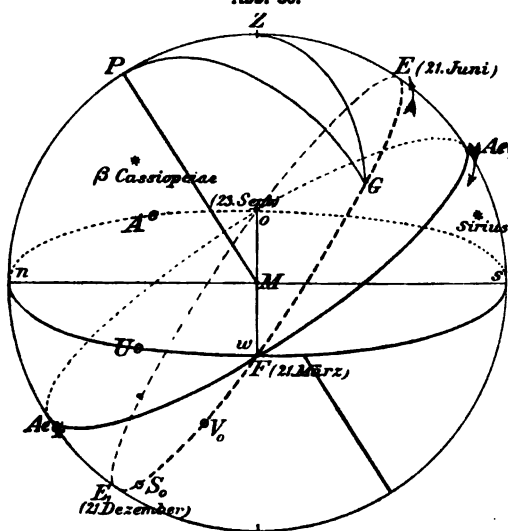
$K = \alpha_G - \alpha_s = 4^h 31^m - 0^h 38^m = 3^h 53^m$ nachmittags. Der halbe Tagesbogen war $t = 7^h 30^m$ nach S. 260, also erfolgt der Aufgang $7^h 30^m$ vor $3^h 53^m$ nachmittags, d. h.

$A = 8^h 23^m$ vormittags,

der Untergang $U = 11^h 23^m$ abends.

Man wird also am 1. April nach Sonnenuntergang Aldebaran im Südwesten beobachten können, bis er gegen 11 Uhr im WNW untergeht.

Abb. 56.



2. Dasselbe für den 1. Mai.

$$K = 4^h 31^m - 2^h 36^m = 1^h 55^m \text{ nachm.,}$$

$$A = 6^h 25^m \text{ vorm., } U = 9^h 25^m \text{ abends.}$$

Aldebaran ist nur kurze Zeit tief am Horizont im W aufzufinden.

3. Dasselbe für den 1. Oktober.

$$K = 4^h 31^m - 12^h 39^m = 3^h 52^m \text{ morgens,}$$

$$A = 8^h 22^m \text{ abends, } U = 11^h 22^m \text{ vorm.}$$

Aldebaran geht vor 9 Uhr im ONO auf und erreicht 3^h 52^m morgens im Süden den höchsten Stand.

4. Dasselbe für den 1. Januar.

$$K = 4^h 31^m - 18^h 43^m = 9^h 48^m \text{ abends,}$$

$$A = 2^h 18^m \text{ nachm., } U = 5^h 18^m \text{ morgens.}$$

Nach Sonnenuntergang im SO sichtbar.

5. Wo steht Capella (α Aurigae, $\alpha = 5^h 10^m$, $\delta = 45,91^\circ$) am 22. August abends 9 Uhr in Berlin?

$$\alpha_G - \alpha_S = 5^h 10^m - 10^h 2^m = -4^h 52^m.$$

Das Minuszeichen und besser noch die Figur zeigt, daß Capella 4^h 52^m vor der Sonne kulminiert, also die obere Kulmination findet um 7^h 8^m vormittags statt, die untere 7^h 8^m abends, und zwar in der Höhe

$$h = \varphi - (90^\circ - \delta) = \varphi - 44,09^\circ,$$

für Wien wird $h = 4,14^\circ$, für Berlin $8,41^\circ$. Um 9^h abends ist Capella in ihrer Bahn um $t = 1^h 52^m$, d. h. 28° weiter gegangen, sie wird also tief im NNO sichtbar werden. Die Beobachtung wird durch die helle Abenddämmerung zu dieser Zeit erschwert, aber Capella ist der erste Stern, der im Juli, August und September in dieser Gegend des Himmels sichtbar wird. Die genauere Bestimmung von Höhe und Richtung (Azimut) erhält man durch Konstruktion oder durch die Formeln

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t; \text{ für Berlin } h = 11,3^\circ,$$

$$\sin a : \sin t = \cos \delta : \cos h, \quad a = 19,5^\circ.$$

Capella steht N $19,5^\circ$ O und $11,3^\circ$ hoch.

6. Beschreibe die Bahn des Sirius ($\alpha = 6^h 41^m$, $\delta = -16,59^\circ$) am 1. Februar.

$$\alpha_G - \alpha_S = 6^h 41^m - 20^h 45^m = -14^h 4^m.$$

Sirius kulminiert 14^h 4^m vor der Sonne, also um 9^h 56^m abends, in der Höhe $h = 90^\circ - \varphi + \delta = 73,41^\circ - \varphi = 20,9^\circ$ für Berlin.

Der halbe Tagesbogen $t = 4^h 29^m$ und die Morgenweite $m = -28^\circ$ war S. 260 und 261 berechnet; also Sirius geht um 5^h 27^m nachmittags im OSO (genauer S 62° O) auf, kulminiert gegen 10 Uhr im Süden und geht 2^h 25^m nachts im WSW unter.

Will man die Stellung zu bestimmter Zeit erhalten, z. B. abends 8 Uhr, so ist dies $1^h 56^m$ vor der Kulmination, also $t = 29^\circ$, und daraus kann man wieder Höhe und Richtung bestimmen.

C. Die Planeten.

Bestimme die Stellung eines Planeten, z. B. Jupiters, am 1. April 1911 abends 10 Uhr.

Zunächst berechnet man die heliozentrische Länge von Erde und Jupiter.

Von 1910,0 sind $365 + 91$ Tage verfloßen, in dieser Zeit geht die Erde

$$0,9856^\circ \cdot 456 = 449,4^\circ \text{ (f. S. 242),}$$

und der Jupiter

$$0,08309^\circ \cdot 456 = 37,9^\circ, \text{ also ist}$$

$$\text{die hel. Länge der Erde } l_e = 99,3^\circ + 449,4^\circ = 548,7^\circ \text{ oder } 188,7^\circ,$$

$$\text{" " " des Jupiters } l_j = 181,6^\circ + 37,9^\circ = 219,5^\circ,$$

$$l_j - l_e = \lambda = 30,8^\circ.$$

Aus dem Dreieck Erde, Sonne, Jupiter findet man aus $ES = 1$, $JS = \rho = 5,203$ und λ den Winkel, um welchen Jupiter in der Elliptik von der Sonne entfernt ist, $\alpha = 142,5^\circ$ rechts von der Sonne. Jupiter steht also dort, wo die Sonne vor n Tagen gestanden hat (wenn $0,9856^\circ n = 142,5^\circ$; $n = 145$ ist). Dies ist der 7. November, also hat Jupiter dieselbe Geradaufsteigung und Abweichung wie die Sonne an diesem Tage $\alpha_s = 15^h 5^m$, $\delta_s = 16,24^\circ$.

Daraus folgt $\alpha_j - \alpha_s = 14^h 27^m$, $K = 2^h 27^m$ nachts.

Da die halbe Tageslänge (in Berlin) am 7. November $4^h 36^m$ beträgt, so wird Jupiter um $9^h 51^m$ abends auf-, und um $7^h 3^m$ morgens untergehen; er wird also wegen seiner tiefen Stellung erst nach 10 Uhr abends deutlich sichtbar werden.

IV. Schiffahrtskunde (Nautik).

Wie findet der Schiffer auf See seinen Weg?

Durch Kompaß und Log¹⁾ kann er jederzeit die Richtung und Geschwindigkeit des Schiffes bestimmen; 1° auf der Erde ist 111,1 km oder 60 Seemeilen (sm) lang.

1. Wie ändert sich die Breite, wenn ein Schiff 249 sm nach N oder S fährt?

$$249 : 60 = 4,15^\circ.$$

2. Ein Schiff fährt 2 Tage in östlicher Richtung mit 12 Knoten, d. h. 12 sm in der Stunde. Um wieviel hat sich die Länge geändert, wenn die Fahrt a) unter dem Äquator, b) unter 55° nördlicher Breite stattfand?

1) Das Log ist ein Brettchen an einer Leine, das im Wasser nahezu auf derselben Stelle bleibt. Die Länge der Leine, die in gegebener Zeit abläuft, bildet ein Maß für die Geschwindigkeit (Knoten).

a) $12 \cdot 48 = 576 \text{ sm} = 9,6^\circ$ auf dem Äquator. Da der Halbmesser eines Parallelkreises $r \cos \varphi$ ist, so wird dort 1° nur $60 \cdot \cos \varphi \text{ sm}$ haben, oder 1 sm entspricht $\frac{1}{60 \cdot \cos \varphi}^\circ$, daher b) $16,74^\circ$.

3. Ein Schiff fährt von A unter 55° N und 30° W (d. h. 55° nördliche Breite von 30° westliche Länge von Greenwich) 100 sm nach NW; wieviel Seemeilen und Grad ist daselbe a) in nördlicher und b) in westlicher Richtung weiter gekommen, wenn man der Rechnung die ursprüngliche, oder b₁) die am Schluß erreichte Breite zugrunde legt?

a) $70,7 \text{ sm} \curvearrowright 1,18^\circ$, b) $70,7 \text{ sm} \curvearrowright 2,05^\circ$, b₁) $70,7 \text{ sm} \curvearrowright 2,12^\circ$.

Da die Breite sich während der Fahrt allmählich ändert, so wählt man zur Berechnung des Längenunterschiedes weder die am Anfange noch die am Schluß vorhandene, sondern die Mittelbreite $\frac{b_1 + b_2}{2}$, d. h. den Mittelwert zwischen den Breiten.

Das Schiff kommt also nach $55^\circ + 1,18^\circ \text{ N}$ und $30^\circ + 2,085^\circ \text{ W}$.

Die Rechnung durch Mittelbreite bleibt etwa bis 300 sm brauchbar. Die Bestimmungen durch Kompaß und Log sind aber unsicher, denn am Kompaß kann man nur ganze Grade ablesen und durch die zahlreichen Additionen vergrößern sich die Fehler. Dazu kommt, daß Meeresströmungen auf Log und Schiff gleichmäßig wirken, also nicht angezeigt werden. Man muß also täglich Breite und Länge durch astronomische Bestimmung ermitteln.

Vorhin (S. 244) wurde bereits gezeigt, wie man durch Höhenmessung bei der Kulmination die Breite findet. Es scheint nun, als ob damit auch die Länge bestimmt ist, denn der Moment der Sonnenkulmination ergibt 12 Uhr mittags nach wahrer Ortszeit. Tatsächlich ändert sich jedoch die Sonnenhöhe zu dieser Zeit so langsam, daß man diesen Zeitpunkt nicht messen kann.

Unter 50° nördlicher Breite beobachtet man am 18. August 1911 nachmittags die Sonnenhöhe $32,40^\circ$, und zu derselben Zeit zeigt die nach Greenwich Zeit gehende Uhr (Chronometer) $6^{\text{h}} 20^{\text{m}}$ p. Wie groß ist die Länge des Beobachtungsortes?

Die Declination δ muß für Jahr und Stunde berechnet werden; nach der zugrunde gelegten Tafel erhält man $k + t = -0,66 + 0,26$; $\delta = 13,31^\circ$. Nach S. 262 war

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t,$$

$$\cos t = -\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi + \frac{\sin h}{\cos \delta \cdot \cos \varphi} = -0,2819 + 0,8564 = +0,5745,$$

$$\begin{array}{r}
 t = 54,94^{\circ} \sim 3^{\text{h}} 39,8^{\text{m}} \text{ wahre Ortszeit,} \\
 \quad \quad \quad 3,8^{\text{m}} \text{ Zeitgleichung,} \\
 \hline
 3^{\text{h}} 43,6^{\text{m}} \text{ mittlere Ortszeit,} \\
 \quad \quad \quad 6^{\text{h}} 20,0^{\text{m}} \text{ Greenwicher Zeit,} \\
 \hline
 2^{\text{h}} 36,4^{\text{m}} \text{ Zeitunterschied.}
 \end{array}$$

Das entspricht $39,10^{\circ}$ westlicher Länge.

Wenn die Länge und damit die Ortszeit nur unsicher bekannt ist, kann man, wenn das Gestirn im Meridian steht, die Breite genau bestimmen, weil bei der Kulmination die Höhe einige Zeit hindurch fast konstant bleibt. Die Länge dagegen läßt sich bei unsicherer Breite nur, wenn das Gestirn im Osten oder Westen steht, genau bestimmen. Die Ortsveränderung, welche zwischen einer Breiten- und Längenbestimmung erfolgt, muß nach Kompaß und Log festgestellt und durch die astronomische Beobachtung immer berichtigt werden.

V. Ptolemäisches und Kopernikanisches System.

Scheinbare und wahre Bahn der Gestirne.

[Mathematisches Zeichnen.]

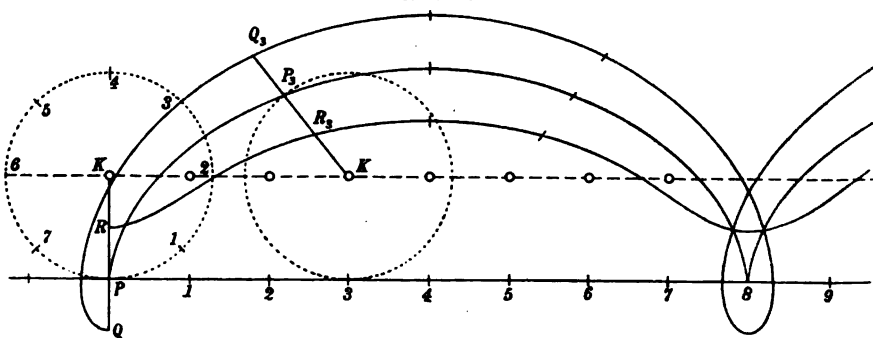
Als Vorbereitung zeichne man die Bahnkurven bei einem rollenden Rad, oder in anderer Einkleidung:

1. Ein Punkt P bewegt sich gleichmäßig auf einem Kreise r (Umlaufzeit T , Geschwindigkeit $2r\pi : T$, Winkelgeschwindigkeit $\alpha = 2\pi : T$).

Welche Bahn beschreibt er, wenn sich gleichzeitig der Mittelpunkt K mit derselben Geschwindigkeit $r\alpha$ auf einer Geraden bewegt?

Zeichne den Kreis $r = 2 \text{ cm}$ und die Tangente $P8 = 2r\pi = 12,57 \text{ cm}$, teile beide in 8 (oder 12) gleiche Teile, dann fällt beim Rollen Punkt 1 auf 1, 2 auf 2 usw. Konstruiert man zu jedem Achtel die Lage des Kreises und den Punkt P , so erhält man als Bahn von P eine Zyklode.

Abb. 57.



2. Zeichne zugleich die Bahn eines Punktes Q , der auf dem Halbmesser KP oder auf seiner Verlängerung liegt, z.B. $KQ = 3 \text{ cm}$, $KR = 1 \text{ cm}$. Man erhält bei a) Schleifen, bei b) Wellenlinien.

3.–7. Dasselbe, wenn sich P auf einem Kreise r mit der Winkelgeschwindigkeit α um den Punkt K , und gleichzeitig K auf einem Kreise ρ mit β um den Punkt O bewegt (Anfangslage OKP auf der x -Achse).

3. $\alpha = 0$ und 4. $\alpha = \beta$.

Man erhält bei 3. einen kongruenten Kreis ρ , der um r verschoben ist, und bei 4. einen Kreis mit $r + \rho$ um O .

5. $\alpha = 2\beta$ und

$\rho = a) 1,5r, b) 2r, c) 3r$.

Man erhält wie in 1. drei verschiedene Formen der Epizykloide, bei a) eine Schleife, bei b) eine Spitze und bei c) eine Einbuchtung.

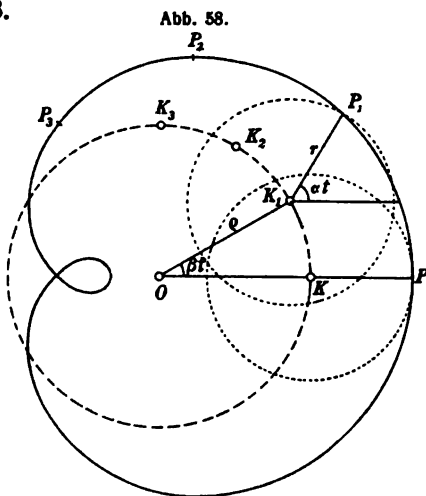
6. $\alpha = 3\beta$ und

$\rho = a) 2r, b) 3r, c) 4r$.

7. $\alpha = 4\beta$ und

$\rho = a) 3r, b) 4r, c) 5r$.

Man erhält entsprechend zwei und bei 7. drei Schleifen, Spitzen und Einbuchtungen.

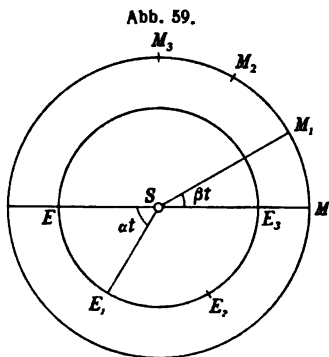


8. Die Erde bewegt sich a) in einem Kreise, b) in einer Ellipse um die Sonne. Zeichne die scheinbare Bahn der Sonne um die Erde.

Die scheinbare Sonnenbahn ist kongruent der Erdbahn und wird auch in demselben Sinne durchlaufen. (Vgl. S. 214, Abb. 43 u. 44).

9. a) Zeichne die Stellung von Erde und Mars von der Konjunktion bis zur Opposition von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ Jahr; b) bestimme die scheinbare Bahn des Planeten in bezug auf die Erde ($r_m = 1,5r_e$, $T_m = 2T_e$).

Zeichnet man für $\alpha t = 45^\circ, 90^\circ$ oder $30^\circ, 60^\circ \dots$ die Stellungen der Erde E_1, E_2, E_3, \dots und des Mars M_1, M_2, M_3, \dots , und zieht man von einem festen Punkte aus jedesmal Strecken, die gleich und parallel $E_1M_1, E_2M_2, E_3M_3, \dots$ sind, so ergeben die Endpunkte die scheinbare Bahn des Planeten, die völlig mit der Epizykloide 5a (Abb. 58) übereinstimmt. Diese Übereinstimmung $E_1M_1 = \parallel OP_1, E_2M_2 = \parallel OP_2 \dots$ ist jedoch nicht zufällig; denn bestimmt man die Stellung des Planeten durch rechtwinklige Koordinaten in bezug auf die Erde, so wird



$$x = r_e \cos \alpha t + r_m \cos \beta t,$$

$$y = r_e \sin \alpha t + r_m \sin \beta t,$$

und die Koordinaten der Epizykloide sind

$$x = r \cos \alpha t + \rho \cos \beta t,$$

$$y = r \sin \alpha t + \rho \sin \beta t.$$

Die scheinbare Planetenbahn wird also eine Epizykloide, in der ρ gleich dem Abstände der Planetenbahn, r gleich dem Abstände der Erdbahn ist.

Die Planetenbahnen lassen sich also mathematisch gleich gut durch die Theorien des Ptolemäus und des Kopernikus erklären.

Die rechnerische Behandlung der Kurven gibt hübsche trigonometrische Gleichungen, z. B.:

Wo liegt bei 5a) der Doppelpunkt?

$$\alpha = 2\beta; y = r \sin 2\beta t + \rho \sin \beta t = 0,$$

$$\rho = 1,5r \quad \sin \beta t (2r \cos \beta t + 1,5r) = 0; \cos \beta t = -\frac{2}{3},$$

$$x = r \cos 2\beta t - \frac{2}{3}\rho,$$

$$= r (2 \cos^2 \beta t - 1) - \frac{2}{3}r = r \left(\frac{2}{3} - 1\right) - \frac{2}{3}r = -r.$$

Die Fragen: Wo liegt das Maximum von y , wo steigen die Kurven senkrecht auf? beantworten sich leicht durch Differentialrechnung.

10. Zeichne die scheinbare Bahn für Venus ($T_v = \frac{1}{3} T_e$), 11. Jupiter ($T_j = 12 T_e$) und Mond ($T_m = \frac{1}{13} T_e$).

9₁–12₁. Wie ändern sich die Figuren, wenn man die richtigen Umlaufzeiten nimmt?

9₁. Die Figur zu Nr. 1 beginnt mit der Konjunktion und die Opposition tritt ein Jahr später ein; tatsächlich läuft Mars aber schneller, und die Opposition findet erst nach 390 Tagen statt, wie S. 241 berechnet war. Mars hat dann $390 \cdot 0,5240^\circ = 204^\circ$ zurückgelegt, die Schleife verschiebt sich also um 24° in der Richtung der Bewegung, und dasselbe gilt für die folgenden Schleifen. Die Bahn bleibt also keine geschlossene Linie.

Weitere Abweichungen treten dadurch ein, daß jede Planetenbahn eine geringe Neigung zur Erdbahn hat; auch erfolgt der Umlauf nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen. [Vgl. vierte Stufe, S. 276–393.]

VI. Geographische Karten.

Die Lage eines Punktes auf der Erdkugel wird durch die geographische Länge λ und Breite φ , am Himmel durch Geradaufsteigung (Rektaszension) α und Abweichung (Deklination) δ , oder durch Richtung (Azimut) a und Höhe h bestimmt. Durch die Abbildung des Gradnetzes wird es also möglich, die Lage von Städten, Sternen usw. in die Karte einzutragen. Es genügt zu zeigen, wie man einen Längen- und einen Breitenkreis abbildet.

dian erhält den Halbmesser $\rho = \frac{2r}{\sin \lambda}$, und der Abstand des Mittelpunktes von M wird $x = 2r \operatorname{ctg} \lambda$; ein Breitenkreis wird bestimmt durch $\rho = 2r \operatorname{ctg} \varphi$ und $y = \frac{2r}{\sin \varphi}$. Die Ausrechnung erfordert hier und im folgenden kleine trigonometrische Umformungen, z. B.:

$$\rho = r \left[\operatorname{tg} \left(90^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \right] = r \cdot \left[\frac{\cos \frac{\varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}} - \frac{\sin \frac{\varphi}{2}}{\cos \frac{\varphi}{2}} \right] = 2r \operatorname{ctg} \varphi.$$

3. Der Abstand von Nordpol N und Südpol S wird $N'S' = \frac{4r}{\cos \varphi_0}$. Der Parallelkreis — φ_0 wird als Gerade abgebildet, die $N'S'$ in der Mitte O schneidet.

$$\text{Längentkreis } \rho = \frac{2r}{\cos \varphi_0 \sin \lambda}, \quad x = \frac{2r}{\cos \varphi_0} \operatorname{ctg} \lambda;$$

$$\text{Breitenkreis } \rho = r \left(\operatorname{ctg} \frac{\varphi_0 + \varphi}{2} + \operatorname{tg} \frac{\varphi_0 - \varphi}{2} \right) = \frac{r \cos \varphi}{\sin \frac{\varphi + \varphi_0}{2} \cdot \cos \frac{\varphi - \varphi_0}{2}},$$

$$y = r \left(\operatorname{ctg} \frac{\varphi_0 + \varphi}{2} - \operatorname{tg} \frac{\varphi_0 - \varphi}{2} \right) = \frac{r \cos \varphi_0}{\sin \frac{\varphi + \varphi_0}{2} \cdot \cos \frac{\varphi - \varphi_0}{2}}.$$

1.—3. Zeichne auf der Karte die kürzeste Verbindungslinie zu zwei beliebigen Punkten $P_1 P_2$.

Die kürzeste Verbindung ist ein Hauptkreis, der durch $P_1' P_2'$ und die Gegenpunkte $Q_1' Q_2'$ hindurchgeht. Einen Gegenpunkt kann man durch $180 + \lambda$ und $-\varphi$ konstruieren, oder (einfacher) man klappe CM in die Ebene der Zeichnung, errichte auf CP_1' ein Lot, welches die Verlängerung von $P_1'M$ in Q_1' schneidet.

B. 1.—3. Dasselbe für Zentralprojektion vom Mittelpunkte (gnomonische Projektion).

Die Abbildung ist nicht winkeltreu; dafür wird die kürzeste Verbindung hier besonders einfach, nämlich stets eine gerade Linie, und deshalb wird diese Projektion neuerdings vielfach in der Nautik gebraucht, s. z. B. die 5 großen Karten, die von dem hydrographischen Amt der Vereinigten Staaten in Washington herausgegeben sind. Diese Projektion gibt schöne Aufgaben über Kegelschnitte.

1. Die Meridiane werden ebenso dargestellt wie bei A 1, die Breitenkreise durch Kreise mit $\rho = r \cdot \operatorname{ctg} \varphi$.

2. Die Längentreise werden durch parallele Gerade im Abstände $x = r \cdot \operatorname{tg} \lambda$ abgebildet, die Breitenkreise werden Hyperbeln¹⁾ mit

$$a = r \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad e = \frac{r}{\cos \varphi}, \quad b = r.$$

1) Aus der bekannten Figur des Kegels mit einem Schnitt und den Dandelin'schen Kugeln in Verbindung mit den Sätzen über In- und Ankreise des

3. Die Längentreife werden durch Gerade dargestellt, die sich in N' schneiden; der Winkel λ' , den eine Gerade mit MN' bildet, wird gefunden durch $\operatorname{tg} \lambda' = \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi_0$. Den Äquator schneiden sie bei $x = \frac{r}{\sin \varphi_0 \cdot \cos \varphi_0} \cdot \operatorname{tg} \lambda' = r \cdot \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\cos \varphi_0}$.

Die Paralleltreife, für welche $\varphi > 90 - \varphi_0$ ist, sind Ellipsen mit

$$2a = r \cdot [-\operatorname{tg}(\varphi + \varphi_0) - \operatorname{tg}(\varphi - \varphi_0)] = -\frac{r \sin 2\varphi}{\cos(\varphi + \varphi_0) \cos(\varphi - \varphi_0)},$$

$$2e = -\frac{r}{\cos(\varphi + \varphi_0)} - \frac{r}{\cos(\varphi - \varphi_0)} = -\frac{2r \cos \varphi \cos \varphi_0}{\cos(\varphi + \varphi_0) \cos(\varphi - \varphi_0)}.$$

Der Mittelpunkt der Ellipse hat von M den Abstand

$$y = \frac{r}{2} [-\operatorname{tg}(\varphi + \varphi_0) + \operatorname{tg}(\varphi - \varphi_0)] = -\frac{r \sin 2\varphi_0}{\cos(\varphi + \varphi_0) \cdot \cos(\varphi - \varphi_0)}.$$

Die Werte von a , e und y sind positiv, weil $\varphi + \varphi_0 > 90$ und daher $\cos(\varphi + \varphi_0)$ negativ ist.

Die Paralleltreife, bei welchen $\varphi < 90 - \varphi_0$ ist, werden durch Hyperbeln abgebildet. Für a , e , y erhält man die obigen Werte jedoch mit dem + Zeichen.

Der Paralleltreif $\varphi = 90 - \varphi_0$ liefert eine Parabel mit

$$p = 2 \cdot CP' \sin^2(90 - \varphi) = \frac{2r}{\cos(2\varphi_0 - 90)} \sin^2 \varphi_0 = r \operatorname{tg} \varphi_0.$$

Der Scheitelpunkt hat von M den Abstand $y = r \cdot \operatorname{ctg} 2\varphi_0$.

C. 1.—3. Dasselbe für senkrechte Parallelprojektion (orthographische Projektion).

1. Die Längentreife geben denselben Strahlenbüschel wie in A 1; die Breitreife erhalten den Halbmesser $r \cdot \cos \varphi$.

2. Die Längentreife werden Ellipsen mit den Halbachsen r und $r \sin \lambda$, die Breitreife werden Gerade im Abstände $y = r \sin \varphi$.

Diese Darstellungsart wird gewöhnlich bei Mondkarten benutzt, weil der Mond uns in dieser Projektion erscheint.

Dreiecks (s. SCHÜLKE, Aufgabensammlung II, S. 73) folgt: Wenn ein Kegel durch eine Ebene so geschnitten wird, daß die Hauptachse c ist und die Abstände von der Spitze des Kegels bis zur Schnittkurve (auf dem Kegelmantel) den größten Wert a und den kleinsten b haben, dann ist der Schnitt eine Ellipse

$$\frac{x^2}{a_1^2} + \frac{y^2}{b_1^2} = 1 \text{ mit } a_1 = \frac{c}{2}, \quad e_1 = \frac{a-b}{2}, \quad b_1 = \sqrt{(s-a)(s-b)},$$

worin $s = \frac{a+b+c}{2}$ ist.

Sind beim Doppelkegel a und b die beiden kürzesten Abstände, so wird der Schnitt eine Hyperbel

$$\frac{x^2}{a_1^2} - \frac{y^2}{b_1^2} = 1 \text{ mit } a_1 = \frac{c}{2}, \quad e_1 = \frac{a+b}{2}, \quad b_1 = \sqrt{s(s-c)}.$$

Beim Parabelschnitt $y^2 = 2px$ wird $p = 2a \sin^2 \gamma$, wenn 2γ der Winkel von der Spitze des Kegels ist.

3. Wird am besten durch darstellende Geometrie gelöst, indem man in 2. den Aufriß um φ_0 dreht.

Die Längentreise werden Ellipsen mit r und $r \cos \varphi_0 \sin \lambda$; die Breitenkreise Ellipsen mit $r \cos \varphi$ und $r \cos \varphi \cdot \sin \varphi_0$, der Mittelpunktsabstand von M ist $y = r \sin \varphi \cdot \cos \varphi_0$.

4. Die nördliche Halbkugel soll auf eine den Pol berührende Ebene flächentreu abgebildet werden, d. h. die Größen der Flächen auf der Kugel und auf dem Bilde sollen proportional sein.

Eine Kugeltappe hat den Inhalt $2r\pi \cdot h$, man ziehe also um den Nordpol einen Kreis mit ρ , worin $\rho^2 = 2rh$ und $h = r - r \sin \varphi$ ist (ρ ist die gerade Strecke vom Pol bis zum Parallelkreis), dann hat der Kreis denselben Flächeninhalt wie das nördlich vom Breitenkreise liegende Stück der Kugel.

5. Die ganze Kugel soll auf einen am Äquator berührenden Zylinder flächentreu abgebildet werden.

Man verlängere die Ebenen der Parallelkreise bis zum Schnitt mit dem Zylinder.

6. Die Erdkugel soll in Merkator-Projektion dargestellt werden.

Die Darstellung von Gerhard Kremer (Merkator) 1569 ist keine eigentliche Projektion. Man zeichnet¹⁾ die Meridiane als parallele Gerade in dem Abstand, den sie auf dem Äquator haben sollen. Dadurch werden unter der Breite φ die Abstände in der Ost-West-Richtung im Verhältnis $\frac{1}{\cos \varphi}$ vergrößert, weil ein Parallelkreis nur die Länge $2r\pi \cdot \cos \varphi$ hat. Die Parallelkreise zeichnet man auch als parallele Gerade; um jedoch eine winkeltreue Abbildung zu erhalten, vergrößert man ihre Abstände in der Nord-Süd-Richtung in demselben Verhältnis. Der Parallelkreis φ erhält also vom Äquator den Abstand $y = \frac{1}{\cos 1^\circ} + \frac{1}{\cos 2^\circ} + \frac{1}{\cos 3^\circ} + \dots + \frac{1}{\cos \varphi}$.

Da jedoch die Breite stetig anwächst, so mußte man hierfür setzen

$$y = \int_0^\varphi \frac{d\varphi}{\cos \varphi} = \log \operatorname{nat} \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = 2,3026 \cdot \log \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right).$$

1) In Oberrealschulen, welche die Reihen für e^x besprechen, kann man folgende Ableitung wählen: Durch stereographische Projektion von einem Pol (s. S. 271) wird ein Punkt λ , φ durch Polarkoordinaten bestimmt, nämlich durch Gerade, die sich unter λ schneiden, und Kreise mit den Radien $\rho = \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$. Werden diese durch die Transformation

$$y + ix = \log \operatorname{nat} (\rho \cdot e^{i\lambda}) = \log \operatorname{nat} \rho + i\lambda, \text{ oder}$$

$$x = \lambda \quad \text{und} \quad y = \ln \rho = \ln \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \text{ in rechtwinklige}$$

Koordinaten umgeformt, so erhält man die Merkator-Projektion.

Bei dieser Bezeichnung ist 1° durch die Zahl $\frac{\pi}{180} = 0,01745$ dargestellt; soll 1° gleich 1 mm werden, so muß man durch 0,01745 dividieren, also $y = 131,9 \cdot \log \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$.

Wählt man als Maßstab $1^\circ \sim 0,6$ mm, so erhält der Äquator die Länge $360 \cdot 0,6 = 216$ mm, und die Meridiane wird man im Abstände $20^\circ \sim 12$ mm senkrecht dazu zeichnen. Der Parallelkreis 20° wird eine Parallele zum Äquator im Abstände

$$y_{20} = 0,6 \cdot 131,9 \cdot \log \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = 79,14 \cdot \log \operatorname{tg} 55^\circ = 12,25 \text{ mm,}$$

$$y_{40} = 79,14 \cdot \log \operatorname{tg} 65^\circ = 26,22 \text{ mm,}$$

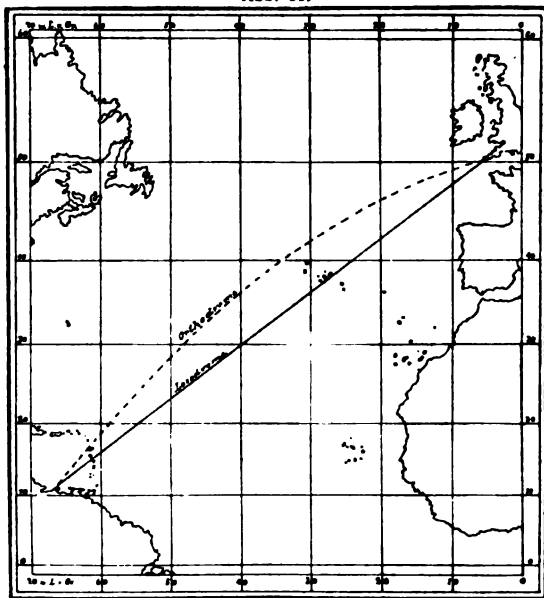
$$y_{60} = 79,14 \cdot \log \operatorname{tg} 75^\circ = 45,26 \text{ mm,}$$

$$y_{80} = 79,14 \cdot \log \operatorname{tg} 85^\circ = 83,74 \text{ mm.}$$

Die Merkatorkarte hat den Vorzug, daß jede Richtung an jeder Stelle unverändert zur Abbildung kommt, z. B. die Richtung ONO bildet überall auf der Karte den Winkel $67,5^\circ$ mit dem Meridian. Ein Schiff, das immer ONO steuert, bewegt sich aber nicht auf einem Hauptkreise, sondern es würde den Pol spiralig umkreisen, und solche Bahnen führen den Namen Loxodrome (schieflaufend; vgl. S. 123, Abb. 16–18). Auf der Merkatorkarte wird also jede Loxodrome als gerade Linie dargestellt.

Will nun der Seemann auf kürzestem Wege, also auf einem Hauptkreise (auf der Orthodrome), sein Ziel erreichen, so wird er am einfachsten auf einer gnomonischen Karte (s. S. 272, B) den Abgangs- und Bestimmungsort durch eine gerade Linie verbinden und daraus die Länge und Breite von mehreren Zwischenpunkten entnehmen, die er auf der Reise berühren muß. Diese Punkte trägt er in die Merkatorkarte ein und entnimmt daraus

Abb. 61.



die wechselnden Kurse, die er zu steuern hat, wenn er auf dem Hauptkreise, dem kürzesten Wege, bleiben will. Ein Beispiel zeigt Abb. 61, die aus Zöppritz-Bludau, Leitfaden der Kartenentwurfslehre (Leipzig, Teubner, 1899), entnommen ist.

Vierte Stufe:

Die Astronomie im Physikunterrichte des siebenten und achten (obersten) Jahrganges.

(Siebzehntes und achtzehntes Lebensjahr.)

§ 18. Das astronomische Weltbild als ein Teil des physikalischen.

Solange man beim Zusammenstellen der Lehrpläne für höhere (Mittel-)Schulen sich damit begnügte, nur keines der größeren Kapitel der Naturlehre überhaupt ganz unbesprochen zu lassen, konnte es gleichgültig scheinen, ob man ein Stückchen Astronomie ziemlich an den Anfang oder ganz an (oder sogar hinter) das Ende des zusammenhängenden physikalischen Unterrichtes setzte. Oder, wenn man von einem Lehrplan überhaupt nur verlangt, daß irgendwo auch „das Wichtigste (!) aus der Astronomie“ vor Mittelschülern zur Sprache gekommen sei, ist es im Grund gleichgültig, ob man ein paar Mitteilungen über Sternspektren im Physik-, oder ein paar andere über Himmelskoordinaten im Mathematikunterricht unterbringt.

Solche didaktische Unbedenklichkeiten aber waren es nun gerade, die die Astronomie auch noch auf der obersten Stufe zu keinerlei wirklichem Einwurzeln in einem Ganzen des realistischen Unterrichtes haben gelangen lassen. Das dem damals (oder auch noch heute?) Gewohnten sich entgegengesetzende hoffnungsvollere Programm lautete im V. 1889:

„Wäre dagegen dem jungen Manne, der in die beiden letzten Jahrgänge des Gymnasiums eintritt, derjenige Kreis von Anschauungen himmlischer Erscheinungen, die gerade dem Sinne des Kindes und des Knaben so recht angemessen sind, in der schlichtesten, naturgemäßen Weise schon während der vorausgegangenen sechs Jahre allmählich erschlossen worden, so wäre auch zu Beginn der VII. Klasse bereits ein guter Teil desjenigen Wissens tatsächlich ohnedies längst festgestellt, von dem wir im ersten Teile unserer Ausführungen zeigten, daß sie spätestens im I. Semester der VII. Klasse erworben werden müssen, wenn nicht auch die wichtigsten Partien der Mechanik zu leerem Gerede von Dingen werden sollen, von denen jede Anschauung fehlt. Unter jener anderen Voraussetzung dagegen würde die von uns verlangte Einschaltung eines Kapitels über Astronomie zwischen die Mechanik des Punktes und der starren Systeme im wesent-

lichen selbst schon bloß eine Wiederholung; und um so mehr dann in der VIII. Klasse die den genannten Unterricht abschließende zusammenhängende Besprechung der vom Lehrplane vorgeschriebenen Auswahl grundlegender astronomischen Begriffe und Lehren. Seit einer Reihe von Jahren erlaube ich mir, bevor ich im ersten Semester der siebenten Klasse an die Behandlung der „Zentralbewegung“ gehe, soviel von der Astronomie einzuschalten, als notwendig ist, damit die Schüler von den Erscheinungen, deren Theorie ihnen gegeben werden soll, eine einigermaßen anschauliche Vorstellung haben“ usw.

Es ist noch nicht unzeitgemäß, an die hier und in einigen späteren Stellen getadelten Verkehrtheiten der österreichischen Lehrpläne für Astronomie von 1884 bis (exklusive) 1908/09 zu erinnern. Denn wie im ersten Bande der Didaktik (S. 3, S. 204) die Ansetzung der Stereometrie an einer viel zu späten Stelle des preußischen Lehrplanes freimütig erörtert wurde, so erscheint dem Verfasser des vorliegenden Bandes auch die Astronomie in einer Oberprima (in Österreich VIII) für die Bedürfnisse des ganzen Unterrichtes viel zu spät angesetzt. Daß auch die Meraner Vorschläge in Stereometrie und Astronomie noch nicht mit dem Eingewöhnten zu brechen gewagt haben, kann und soll in diesen „Didaktischen Handbüchern“, die aus den im Bd. I, § 6 dargelegten Gründen sich von allem bloß Hergebrachten zu emanzipieren für ihr Recht und ihre Pflicht halten, nur als ein weiteres Motiv angesehen werden, auch für eine heilsame Umstellung der einzelnen Abschnitte aus der Astronomie noch auf der Oberstufe die Gründe geltend zu machen.

Als einer dieser Gründe werden in den beiden folgenden Paragraphen die gegenseitigen Bedürfnisse von Astronomie und namentlich Mechanik mehr ins einzelne zu entwickeln sein, damit sie sogleich zu didaktischen Ratschlägen für die Gestaltung der einschlägigen Einzellehren werden können. Vorher aber versuchen wir noch von einem allgemeineren Gesichtspunkt aus Um- und Überschau zu halten, welche Rolle allen für die Oberstufe verbliebenen astronomischen Belehrungen überhaupt innerhalb des Ganzen eines realistischen Unterrichtes zukomme. Wieder wird das Endergebnis einer solchen Überschau sein, daß solche abschließende astronomische Lehren nirgends anders hineingehören als, man könnte sagen, in das Herz des physikalischen Unterrichtes. Dies aber nicht nur, weil z. B. ein Gravitationsgesetz ohne Planetenbewegungen eine didaktisch

womöglich noch größere Ungeheuerlichkeit¹⁾ ist, als schon rein wissenschaftlich. Sondern eine ganze Reihe viel allgemeinerer Gründe ketten die Lebensinteressen des astronomischen an die des physikalischen Unterrichtes – vorausgesetzt natürlich, daß auch dieser seine Aufgaben weit und tief genug erfaßt hat. Von diesen Gründen seien nur einige hier angedeutet.

Vor allem findet, wie schon oft, aber nie zu oft gesagt worden ist, der zu dem obersten theoretischen Leitbegriffe der Physik, zum Begriff des Naturgesetzes, zu erhebende Anfänger gerade diesen Begriff nirgends eindringlicher verwirklicht als in der Astronomie. Es ist darum kein Zufall, wenn man dem Schüler, der in der ersten Physikstunde der Oberstufe²⁾ hört, daß erst seit den Zeiten GALILEIS die gedankliche Bewältigung so primitiver irdischer Erscheinungen, wie Fall und Wurf, dem Menschengeiste gelungen sei, nun nur einige Wochen später zu sagen hat, daß doch schon 2000 Jahre früher die ganz analoge Aufgabe für die himmlischen Bewegungen durch HIPPARCH und PTOLÉMAÏOS in mindestens demselben Grade der Annäherung gelöst worden sei, wie durch GALILEI z. B. für die irdische Fallbewegung in seinem Weg-Zeit-Gesetz $s = at^2$.

Seien von jenen unzähligen Äußerungen berufener Forscher³⁾

1) Als eine Probe solcher Ungeheuerlichkeiten diene einstweilen der Anspruch: „In der VII. Klasse definiere ich die Planeten als Kreidepunkte.“ Wir kommen auf ihn unten (S. 307) zurück.

2) In dem Heftchen „Zum Gebrauche der Oberstufe der Naturlehre beim mündlichen Unterricht“ (das gelegentlich der II. Auflage meiner Oberstufe der Naturlehre, 1910, der Verlag Vieweg den Herren Fachlehrern gewidmet hat) schilderte ich, daß und wie „mir förmlich unter den Händen der Physikunterricht der VII. Klasse zu einem ausgiebigen Stück Kulturgeschichte des XVII. Jahrhunderts geworden ist. Rechtfertigung hierfür wäre allein schon die Kette der glorreichen Namen GALILEI, KEPLER, HUYGENS, NEWTON, von denen ja der Schüler so bald und so viel hört. Es kommt aber dazu noch umgekehrt die Tatsache, daß das XVII. Jahrh. und ihm folgend dann die französische und deutsche Aufklärung des XVIII. gerade die Vorstellungen der irdischen und himmlischen Mechanik GALILEIS und NEWTONS zur Grundlage seiner gesamten Weltanschauung gemacht hat“ usw.

3) Vorher auch die des Schulmannes GNAU (I S. 14): „Die lebende Natur, die Biologie, der Mikrokosmos, weckt Freude am Leben mit seinem Wechsel, seiner Entwicklung, seiner Freiheit; die Astronomie, der Makrokosmos, führt unserm Geiste Bilder vor voll Licht, Ordnung und Stetigkeit. Hier gedeiht mit dem ästhetischen das spekulative Interesse, das uns von der Beobachtung bis zur Erklärung hinleitet.“ – Ferner: „Vollends die Astronomie ist diejenige Wissenschaft, an der wir die Entwicklung von der induktiven zur deduktiven Gestalt abschließend verfolgen können.“

über die hehre Gesetzmäßigkeit gerade im Astronomischen zuerst folgende Worte von POINCARÉ¹⁾ wiedergeben:

„Das Gesetz ist eine der neuesten Errungenschaften des menschlichen Geistes; es gibt noch Völker, die in einem beständigen Wunder leben und die nicht darüber erstaunen. Wir dagegen sollten staunen über die Regelmäßigkeit der Natur! Die Menschen verlangen von ihren Göttern, daß sie ihr Dasein durch Wunder offenbaren, aber das ewige Wunder ist, daß nicht endlos Wunder geschehen. Und darum ist die Welt göttlich, weil sie harmonisch ist. Würde sie durch Laune regiert, was bewiese uns, daß sie nicht durch den Zufall regiert wird?

Diese Errungenschaft des Gesetzes verdanken wir der Astronomie, und darin liegt eben die Größe dieser Wissenschaft, mehr noch als in der Erhabenheit des Gegenstandes, den sie behandelt.

Es war also ganz naturgemäß, daß die Himmelsmechanik das erste Vorbild der mathematischen Physik war“...

Aber bei allèr Ehrwürdigkeit des Begriffes „Gesetz“ für alles naturwissenschaftliche Denken, in das die Schüler unserer Oberstufen mittels Physik eingeführt werden sollen, wäre es immer noch einseitig geurteilt und gewertet, wenn wir über den Begriffen

1) HENRI POINCARÉ, Der Wert der Wissenschaft (deutsch bei Teubner 1906, Bd. II der Sammlung „Wissenschaft und Hypothese“) S. 5, 6. — Zweite Auflage 1910.

Es sei sogleich hier daran erinnert, daß es seit DUBOIS REYMONDS berühmter Schilderung des „LAPLACESchen Weltgeistes“ üblich geworden ist, geradezu alle „exakte“ Erkenntnis als „astronomische“ Erkenntnis zu bezeichnen — in dem übertragenen, erweiternden Sinne, daß, wo es möglich wäre, aus gegebenen Bewegungsgleichungen zusammen mit gegebenen Anfangsbedingungen alles künftige Geschehen vor auszuberechnen, das Ideal aller Erkenntnis schlechthin erreicht wäre. — Bekannt sind aber dem philosophisch gesinnten Naturforscher auch die tiefer gehenden Bedenken, die sich an jenes DUBOIS REYMONDSche Weltbild-Ideal geknüpft und es als ein geradezu materialistisches abgelehnt haben. Immerhin hat DUBOIS REYMOND neben den „Bewegungen“ noch die „Empfindungen“ gelten lassen und von ihnen aufs nachdrücklichste erklärt, daß sie eben aus den Bewegungen in keiner Weise zu verstehen seien: „Ignorabimus“.

So gäbe also auch ein in philosophischem Geiste erteilter Astronomieunterricht dem Lehrer Gelegenheit, sobald er dem Schüler enthüllt, was wir der Astronomie in und an dem Begriff „Gesetz“ verdanken, es nicht fehlen zu lassen an Hinweisen auf die tiefliegenden Schwierigkeiten, die sich wieder an den Begriff „Gesetz“ knüpfen: wie Gesetzlichkeit mit Freiheit und wie die Gesetze der physischen Natur mit denen der psychischen nicht unverträglich seien. Aber sicherlich würde zu solchen Betrachtungen, wenn sie, statt das künftige Weltbild des Schülers zu klären, es nicht verfinstern und im Nebel sich verlieren lassen wollen, nicht ein bloß naturwissenschaftlicher Unterricht ausreichen, sondern dieser müßte schon auf recht gediegene Unterstützung seitens eines von sachkundiger Seite erteilten philosophisch-propädeutischen Unterrichtes rechnen dürfen; worüber mehr in Bd. IX.

„Gesetz“ und „Wissenschaft“ aus dem Auge verlören, was gerade astronomisches Anschauen und Denken für das Ganze einer „Weltanschauung“ von jeher bedeutet haben. Möchte auch heute der schon geschulte Blick des wahrhaft wissenschaftlich Gebildeten und vollends der gelehrte Astronom als solcher kühl geworden sein gegen außerwissenschaftliche Bekundungen einer naiven Teilnahme an den Himmelsvorgängen und ihrer wenn auch noch so unbeholfenen Eingliederung in das Ganze jeweiliger Weltanschauungen, so darf doch ein physikalischer Unterricht auch an der Schwelle der Oberstufe noch nicht sich unbekümmert stellen um die vorwissenschaftlichen Phasen astronomischer Denkweise und Teilnahme. Auch auf den astronomischen Unterricht findet Anwendung, was in der Vorrede zur „Physik“¹⁾ als die didaktische „Stufe der Vorbereitung“ dahin formuliert wurde, es gelte „das natürliche, noch nicht physikalische Denken auf die Pfade des physikalischen Denkens erst hinüberzuleiten“.

Einem solchen Herablassen von den Höhen astronomischer Wissenschaft zu den natürlichen Ausgangspunkten im naiven vorwissenschaftlichen Denken und Fühlen ist die schöne Schrift von WILHELM FOERSTER „Die Freude an der Astronomie. Eine kulturgeschichtliche Betrachtung“²⁾ gewidmet. Wir lassen der diesem Bande als Motto vorangestellten Frage nach der Beziehung zwischen der „Freude an der Astronomie“ und der „Erziehung des Menschengeschlechtes“ auch FOERSTERS Antwort hier folgen:

„Inwiefern kann man jetzt noch und jetzt erst recht die Kultivierung der Freude an der Astronomie durch populäre Institutionen als eine besonders wichtige Aufgabe der Erziehung des Menschengeschlechts und der Pflege seiner höheren Kultur betrachten?

Nun, ich meine, das Recht und die Pflicht hierzu entnimmt der Astronom und der Menschenfreund aus der unvergleichlichen, immer aufs neue entzückenden und erhebenden Bewährung, welche der streng idealen astronomischen Geistesarbeit in Messung und Gedankenbau zuteil wird durch den stetigen Fortgang der himmlischen Bewegungswelt, in welcher durch die Größe und die Ferne der Vorgänge alles mikrokosmisch Veränderliche und im einzelnen Unverständliche wie ausgelöscht oder verklärt erscheint. Es ist in diesen strengen astronomischen Arbeiten ein sittlicher Kern der Wahrhaftigkeit, des unerschütterlichen

1) Große Ausgabe (965 Seiten), Vieweg 1904, S. IX.

2) Vorträge und Abhandlungen, herausgegeben von der Zeitschrift „Das Weltall“, unter Leitung von Archenhold, 1908.

Vertrauens auf die Übereinstimmung reiner, stetiger Gesetzmäßigkeit unseres Denkens, Gestaltens und Wirkens mit der Gesetzmäßigkeit der großen Welt enthalten, eines Vertrauens, welches uns gegenüber dem so veränderlichen Mikrokosmos der Energieformen unseres Organismus auch die Stetigkeit der sittlichen Freiheit und der harmonischen Güte im Gemeinschaftsleben und damit Glück und Ruh' ohnegleichen verbürgt.

Dies alles quillt mit immer größerer Sicherheit aus der Freude an der Astronomie, wenn man die astronomischen Unterweisungen und Mitteilungen etwas weniger mit neuen Entdeckungen und im Werden begriffenen neuen Theorien anfüllt, vielmehr darauf hält, mit Maß und Takt immer und immer wieder einen Blick in jenes Heiligtum der Erkenntnisschöpfungen der Menschheit tun zu lassen, wo die Natur stets hält, was der Geist verspricht. Zugleich sollte man, wie und wo es immer angeht, schlichte Mitarbeit, wenn auch nur begrenzter oder vorübergehender Art, in diesen verhältnismäßig einfachen Gebieten des Messens, Zählens und mathematischen Gestaltens in den weitesten Kreisen anzuregen oder zu organisieren suchen, und zwar in allen Stufen des Lern- und Erkenntnis-Bedürfnisses. Kein schöneres Geleit gibt es auf dem Lebenspfade für alle Freuden und Leiden als jenen Kern der Freuden an der großen Welt, und keine wirksamere Mitgabe für die Arbeit auf allen Gebieten der Forschung und der Gestaltung ist denkbar als jenes Element der sittlichen und wissenschaftlichen Erziehung.“ . . .

Eine reiche Fundgrube solcher Anknüpfungen der schließlich zu bietenden wirklich wissenschaftlichen Belehrungen aus Astronomie an alles, was man mit dem oft mißbrauchten, umfassenden Begriff „Weltanschauung“¹⁾ bezeichnet, ist TROELS-LUND „Him-

1) Die Beziehungen des astronomischen Weltbildes zur „Weltanschauung“ und seine Wandlung je nach dem „Lebensgefühl“ behandelt eindringlich auch E. GOLDBECK, Die geozentrische Lehre des Aristoteles und ihre Auflösung. Berlin, Ostern 1911, Progr.-Nr. 75. Vgl. die ausführliche Anzeige von POSKE in der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 24. Jahrg. Berlin 1911. — Ferner GOLDBECK, „Das Weltbild in Platons Phädon“ (Neue Jhb. 1912, S. 165 ff.).

Doch alle oben angeführten wissenschaftlichen Äußerungen über Beziehungen zwischen Astronomie, Weltanschauung und Lebensgefühl würden noch nicht den Gesichtskreis umspannen und ausfüllen, in dem sonst die Schüler unserer obersten Jahrgänge heimisch sind; denn dieser ist nun einmal nur zum kleineren Teil ein wissenschaftlicher, zum weit größeren ein dichterisch-literarischer. Und so mögen wenigstens hier in der Anmerkung noch die folgenden zwei Stellen aus Dichtern geduldet werden:

GRILLPARZER (Ein Bruderzwist in Habsburg, 1. Akt) läßt den meisterhaft gezeichneten Rudolf II. sagen:

„Glaubst du, es gäb' ein Saatkorn in der Welt,
Das nicht gebunden an die ew'ge Kette
Von Wirksamkeit, von Einfluß und Erfolg?
Und jene Lichter wären Pfennigkerzen,
Zu leuchten trunknen Bettlern in der Nacht?

melsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten“. Hatten wir schon früher gelegentlich einzelnes daraus¹⁾ als didaktisch verwertbar anzuführen, so mag das Buch jetzt zur Anregung dafür empfohlen sein, wie auch auf der Oberstufe sich Fäden spinnen

Ich glaub' an Gott und nicht an jene Sterne,
Doch jene Sterne auch, sie sind von Gott.
Die ersten Werke seiner Hand, in denen
Er seiner Schöpfung Abriß niederlegte,
Da sie und er nur in der wüsten Welt.
Und hätt' es später nicht dem Herrn gefallen,
Den Menschen hinzusetzen, das Geschöpf,
Es wären keine Zeugen seines Waltens,
Als jene hellen Boten in der Nacht.
Der Mensch fiel ab von ihm, sie aber nicht.
Wie eine Lämmerherde ihrem Hirten,
So folgen sie gelehrig seinem Ruf
So heut als morgen, wie am ersten Tag.
Drum ist in Sternen Wahrheit, im Gestein,
In Pflanze, Tier und Baum, im Menschen nicht.
Und wer's verstünde, still zu sein wie sie,
Gelehrig fromm, den eig'nen Willen meisternd,
Ein aufgespanntes, demutvolles Ohr,
Ihm würde leicht ein Wort der Wahrheit kund,
Die durch die Welten geht aus Gottes Munde.
.....
Wenn aber, ob nur Schüler, Meister nicht,
Ich gerne weile in den lichten Räumen;
Kennst du das Wörtlein: Ordnung, junger Mann?
Dort oben wohnt die Ordnung, dort ihr Haus,
Hier unten eitle Willkür und Verwirrung . . .“

Die ganze Stelle würde sehr verdienen, vom Schüler in ihrem vollen Zusammenhang gelesen und durchdacht zu werden; denn selbst noch in dem nachfolgenden Versinken des Kaisers in astrologischen Wahn und endlich in tiefes Schweigen würde sich dem Schüler ein mächtiges Zeit- und Geistesgemälde entrollen, – wieder als ein Stück Hintergrund für die wundervolle Lichtgestalt KEPLERS, dessen Brotherr jener unglückliche Kaiser war, als sein hungernder Diener die Gesetze für die *motus stellae Martis* fand. –

KONRAD FERDINAND MEYER läßt in seiner großartigen Erzählung „Der Heilige“ [Thomas von Canterbury] einen schlichten Mann, „Hans den Armbruster“ (der im 12. Jahrhundert bei den Mauren Spaniens die technischen Künste seiner Zeit gelernt hatte), erzählen von einem „großen Philosophen, dem ich die Röhren, wodurch er den Gang der Gestirne beobachtete, vervollkommen half. Allnächtlich zeigte er mir die langsam wandelnden Heere des Himmels und erklärte mir, wie von Ewigkeit her die menschlichen Geschicke an diese leuchtenden Zeichen und Figuren, diese Tiergestalten und Wagen geschmiedet seien, so daß keine Hand, weder menschliche noch göttliche, in die sich drehenden Speichen des Feuerrades greifen könne und kein Raum bleibe weder für die menschliche Wahl noch für den Zorn und die Gnade Gottes. – Ich aber glaubte ihm nicht und berief mich auf die Gewitterflut der Reue, wann ich meine Sünde vollbracht hatte.“

1) S. 154 ff.

lassen von fachwissenschaftlich-astronomischen Einzelbelehrungen zu Gedankenkreisen historischer, psychologischer, ethischer Richtung, die die exakte Naturwissenschaft als solche manchmal leicht überhaupt aus den Augen verliert.

Viel näher aber als solche Beziehungen zwischen der Psychologie frühester Zeiten und der allmählich sich entwickelnden streng wissenschaftlichen Astronomie liegen die Beziehungen eben dieser strengen Wissenschaft zur Logik: denn Logik ist ja im Grunde nichts anderes als Reflexion auf das Denken, und zwar das richtige Denken¹⁾. Es wird im IX. Bande, Philosophische Propädeutik, noch näher zu begründen sein, warum der Verfasser des vorliegenden II. Bandes in seiner 1886 verfaßten, 1890 veröffentlichten „Logik“ im letzten Abschnitte „Methodenlehre“ (S. 162 bis 167) § 92 „Ein Beispiel aus der Geschichte der Wissenschaften“ gerade der Astronomie entnommen hat. Hier nur soviel: Während im Lehrbuch der Physik²⁾ dieselbe Geschichte der Astronomie erzählt ist als ein „Überblick (Rück- und Vorblick)“ sozusagen um der Sache selbst, d. h. der astronomischen Tatsachen und Begriffe willen³⁾, sind es dagegen in der Logik die Leitbegriffe des Unterscheidens von Beschreibung und Erklärung, von wissenschaftlicher Tradition und Voraussagung, von empirischem Gesetz und Theorie, von Hypothese und Hilfshypothesen (zweiter, dritter... Ordnung), von direkter Induktion (bei KEPLER), Analogiebeweisen und endlich dem „alle deskriptiven Spezialgesetze in sich fassenden NEWTONschen Gesetz als einem erklärenden Kausalgesetz“; dazu dann die Ausdehnungen dieses Gesetzes in den Zeiten nach NEWTON, die Voraussagungen auf Grund von Deduktionen und Bestätigung durch direkte Beobachtung (LEVERRIER, GALLE – dies ist geschrieben am Todestag GALLES, 10. Juli 1910) usw. – Der Logiklehrer als solcher mag entscheiden, ob er für alle Leitbegriffe einer Methodenlehre noch ein besseres Beispiel zu finden wüßte als eben dieses großartige gerade aus der Astronomie. Umgekehrt aber darf der Physiklehrer sich wohl sagen, daß er wahrlich

1) „Logik ist die Lehre vom richtigen Denken“ definiert möglichst schlicht meine „Logik“, § 13.

2) Desgleichen stark gekürzt in den Schulbüchern „Grundlehren der Logik“ und – in etwas anderer Auswahl – in der „Oberstufe der Naturlehre“ (siehe u. S. 287–290).

3) Näheres hierüber im folgenden Paragraphen (S. 290 ff.).

nicht über den Kreis seiner Rechte und Pflichten hinausgreift, wenn er sich im Astronomieunterricht nicht ganz auf das Vorführen der Tatsachen und Theorien selbst beschränkt, sondern auch seinerseits wieder auf die Vorbildlichkeit der von ihm hier dem Schüler nahegebrachten Methoden eingeht.

Es sei gestattet, im folgenden mit Einzelbeispielen von solchen „Verzahnungen“ zwischen der Astronomie und anderen Lehrfächern (wie Logik, Kulturgeschichte) sparsam zu sein, da eben die unmittelbar für den Schulgebrauch zurecht gemachten Darstellungen in des Verfassers Lehrbüchern der „Naturlehre“ wie der „Logik“ wohl auch ohne weiteren Kommentar jedem gleichgesinnten Lehrer von selbst sagen werden, wie ihr unmittelbarer Gebrauch im mündlichen Unterricht von Anfang gemeint war. — Um so schärfer haben wir diesmal vom sehr speziellen Standpunkte der Astronomie hineinzublicken in die Bedürfnisse und den Betrieb des einschlägigen physikalischen Unterrichtes (ohne dem IV. Bd. mehr als nötig vorzugreifen).

§ 19. Astronomisches in Verbindung mit der Mechanik des vorletzten Jahrganges. (Siebzehntes Lebensjahr.)

Vorbemerkung. Nach den grundsätzlichen Darlegungen des vorigen Paragraphen muß sich ein Lehrgang der Astronomie auf der Oberstufe nach dem der **Physik** richten. Und da man diese Physik aus gegenwärtig allgemein angenommenen Gründen mit nichts anderem als mit **Mechanik** beginnt¹⁾, so werden wesentlich die Bedürfnisse dieser Mechanik auch die ersten Ausgangspunkte und Richtungslinien für eine Didaktik des astronomischen Unterrichtes auf dieser Stufe vorzeichnen.

Dabei muß nun freilich vorausgesetzt werden, daß der Unterricht der Mechanik sich von dem alten Mißbrauch frei gemacht hat, die ersten Wochen nur langweilige „Statik“ zu treiben, um dann mehr oder minder unvermittelt an die „Dynamik“ zu gehen. Wie aus den umfassenden Erörterungen innerhalb der Didaktik des physikalischen

1) Nämlich auf der Oberstufe des physikalischen Unterrichtes. Daß und warum ich für die Unterstufe (die in Österreich schon mit dem 13. Lebensjahr einsetzt) nicht Mechanik, sondern Wärmelehre (wie auch die bayrischen Lehrpläne — bei uns in Österreich weisen leider die etwas eilig zustandegewordenen Lehrpläne für Realgymnasien neben anderen „Schönheitsfehlern“ [s. o. S. 27, 161] auch die für die Unterstufe unpädagogische Voranstellung der Mechanik auf) empfehle, vgl. Ztschr. f. d. physik. u. chem. Unterr. XXII. Jhrg. (1909) S. 209ff. — Ob ein verschiedenes Vorgehen auf Unter- und Oberstufe sich auch für das Umstellen von Statik und „Dynamik“ (richtiger Kinetik) empfehle, hängt mit meiner gegenwärtigen Forderung höchstens insoweit zusammen, als für die Astronomie jedenfalls die Statik so gut wie unfruchtbar ist.

Unterrichtes¹⁾ nachgerade feststehen sollte, liegt hier einer der Ausnahmefälle vor, wo der historische Umstand, daß es anderthalb Jahrtausende lang eine Statik gab, ehe durch GALILEI auch nur die allerersten Grundlagen einer Kinetik geschaffen wurden, für die Didaktik des physikalischen Unterrichtes nicht vorbildlich sein darf. Da in vorliegendem Bd. II nicht zu viel aus Bd. IV der Didaktik des physikalischen Unterrichtes vorweggenommen werden darf, so sei hier als zugestanden angenommen, daß nicht nur statt der einstigen Statik die Kinetik (wie sie richtig hieße – da „Dynamik“ als „Kräftelehre“ auch „Statik“ umfaßt), sondern daß auch innerhalb der Bewegungslehre überhaupt die **Phoronomie** als reine „Beschreibung“ von Bewegungen aller Dynamik als der entsprechenden „Erklärung“ (zuerst mittels der Begriffe Kraft und Masse, dann mittels der Begriffe Arbeit und Energie) voranzugehen habe.

Demnach wird eine erste grundsätzliche Aufgabe für alles, was der astronomische Unterricht zum physikalischen beiträgt, darin bestehen können und sollen, daß der Schüler klar und immer klarer den Unterschied zwischen **Beschreibung** und **Erklärung**, also in der Mechanik speziell zwischen Phoronomie und Dynamik, als in einem grandiosesten Beispiel durch die rein phoronomische Astronomie vor NEWTON und die Gravitations-Dynamik seit NEWTON, illustriert sieht.

Diesen Gesichtspunkt wird man innerhalb des Verfassers „Oberstufe der Naturlehre“ (und ähnlich der reichsdeutschen Bearbeitung durch POSKE) als den leitenden Gedanken einerseits für den Aufbau der „Mechanik“ (§§ 2–21), andererseits des Abschnittes „Aus der Astronomie“ (§§ 174–188) erkennen; und die nachfolgenden näheren didaktischen Ausführungen dürfen und müssen überall, um Wiederholungen zu vermeiden, jenen Aufbau als vom Leser des vorliegenden Bandes grundsätzlich gebilligt voraussetzen.

Da aber überhaupt, wie Verfasser jüngst des Näheren auszuführen hatte²⁾, die genannte „Oberstufe der Naturlehre“ erst die Endergeb-

1) Vgl. u. a. in der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr., II. Jhrg. (1888), S. 3, 4, wo ich („Die humanistischen Aufgaben des physikalischen Unterrichtes“) davor warnte, ein für allemal eine prästabilierte Harmonie zwischen logischer und historischer Ordnung vorauszusetzen; und als Beispiel einer Ausnahme anführte, daß auch MACH, der das historische Prinzip für die Didaktik mit vollstem Recht und Nachdruck so sehr betont, sein Lehrbuch der Physik mit Bewegungslehre, nicht mit Statik begonnen hat. – Leider mußte ich vor kurzem von einem einflußreichen Schulmann den offiziellen Rat hören, wir möchten doch die Statik vor der Dynamik „nehmen“, da jene viel leichter sei... Also sollen alle wissenschaftlichen Erwägungen und didaktischen Erfahrungen von vier Jahrzehnten in den Wind geschlagen werden? Aber Gegenreformieren ist ebenso dankbar als – leicht!

2) In dem schon oben, S. 278, erwähnten Begleitwort zur zweiten Auflage

nisse eines vorausgegangenen freien mündlichen Unterrichtes in derjenigen knappen Fassung enthält, die für den Schüler behufs bleibender Festhaltung notwendig und ausreichend ist, so mag es dem Verfasser an dieser Stelle gestattet sein, sich mit dem Lehrer noch über die leitenden Gedanken jenes Aufbaues der gedruckten Darstellung jener astronomischen Teile innerhalb der Naturlehre der Oberstufe, wie auch über manches in den mündlichen Unterricht vielleicht zweckmäßig Einzuflechtende hier gleichsam zu unterreden. — Es sei daher gestattet, jene Abfolge der §§ 174—182 zum Leitfaden der nachfolgenden Einzelbemerkungen zu machen, wobei auch anzugeben sein wird, an welchen Stellen des Lehrganges der Mechanik die einzelnen Abschnitte und Paragraphen der Astronomie in der Schule am wirkungsvollsten zur Behandlung kommen dürften.

Daß der Abschnitt „Aus der Astronomie“ sogleich beginnt mit § 174 „Geschichtlicher Überblick (Rück- und Vorblick)“, wurde von einem Beurteiler beanstandet, indem ein solcher geschichtlicher Überblick besser den Schluß als den Beginn der Darstellung bilde. Hiemit ist aber die Absicht eines solchen „Rück- und Vorblickes“ doch wohl stark verkannt. Keineswegs wurde die Möglichkeit übersehen, daß für manchen Schüler — falls ihm nämlich bis zu seinem 17. Lebensjahre die Schule das Meiste und Beste an astronomischen Tatsachen und Forscher-namen schuldig geblieben wäre — auch jener „Überblick“ sehr viel mehr „Vorblick“ als „Rückblick“ sein müßte. Aber auch das kann dann für Schüler und Lehrer doch nur eine heilsame Mahnung sein, eben jetzt noch so rasch als möglich nachzutragen, was jene sechs Jahrgänge dem Schüler etwa vorenthalten haben sollten; also sich auch z. B. nicht einzubilden, daß man einem unvorbereiteten Schüler gegenüber mit den sogleich folgenden drei §§ 175, 176, 177 über die Koordinatensysteme des Horizontes, des Äquators und der Ekliptik wie mit der Tür ins Haus fallen dürfe¹⁾, wenn etwa der Schüler zwar zur Not vom „Horizont“ eine Art Anschauung, aber von „Äquator“

der Oberstufe der Naturlehre (Vieweg 1910) unter dem Titel „Zum Gebrauche der Oberstufe der Naturlehre beim mündlichen Unterricht“ (40 Seiten — wird durch den Verlag Vieweg nur an Lehrer abgegeben).

1) Soeben (Sommer 1911) erzählt mir ein Schüler des vorletzten Jahrganges eines unserer Wiener Gymnasien, es sei „furchtbar fad“ gewesen, was sie aus Astronomie innerhalb der Mechanik (nach den neuen Lehrplänen) heuer gelernt haben. Als ich fragte, was das gewesen sei, hörte ich nur: „Eine Menge Kreise und Namen, die ich alle schon wieder vergessen habe...“ — Also wieder „Klagen und Anklagen“, diesmal aus Schülermund! Gegen wen?

und „Ekliptik“ weder Anschauung noch Begriff hatte. Wer darf sich denn schmeicheln, dem Schüler durch ein paar verzwickte Figuren mit einer Menge einander kreuzender Kreise¹⁾ auch nur das leiseste Interesse für alle erst bevorstehende Astronomie abzugewinnen? Und die Sache wird nicht besser, wenn nun solche Figuren sogleich zu einer Fundgrube von Aufgaben aus der sphärischen Trigonometrie werden, während doch das, was hier berechnet wird, dem Schüler nur aus einer abstrakten Terminologie, nicht aber aus dem am Himmel selbst Gesehenen und solchen wenigstens in ersten Annäherungen auch quantitativ schon anschaulich erfaßten Eindrücken bekannt und vertraut ist?

Mit einem solchen Unterricht der Astronomie, der, nach manchen Lehrplänen und nach verbreiteten Lehrbüchern zu schließen, leider nur allzu verbreitet zu sein oder doch bis vor kurzem gewesen zu sein scheint, hat also der mit jenem „Geschichtlichen Überblick“ anhebende Lehrgang wohl kaum irgendwelche inhaltliche, geschweige didaktische Berührungspunkte. Es darf deshalb um so mehr der nachfolgend skizzierte Weg der Überprüfung empfohlen werden, und es sei zunächst jener einleitende § 174 im Wortlaute (der, wie gesagt, stark gekürzt ist gegen den der großen, für die Hand des Lehrers bestimmten Ausgabe der „Physik“) wiedergegeben und an einige Stellen eine Reihe von Vorschlägen für den mündlichen Unterricht geknüpft.

Aus der Astronomie.

§ 174. Geschichtlicher Überblick (Rück- und Vorbild).

In der Astronomie reicht die „alte Zeit“ bis Koppernifus (1473 bis 1543), der das **geozentrische** System (meist das „**ptolemäische**“ genannt) durch das **heliocentrische** ersetzte und dadurch eine „neue Zeit“ aller astronomischen Vorstellungen eröffnete, in der wir noch jetzt leben. — Innerhalb der vor-koppernifanischen Zeit ist — unbeschadet großer Verdienste der Chinesen, Ägypter, Babylonier und älterer Griechen, namentlich der pythagoreischen Schule — Hipparch (168 bis 125 v. Chr.) der Vater der wissenschaftlichen Astronomie überhaupt zu nennen; innerhalb der nach-koppernifanischen Zeit ist Newton (1643 bis 1727) der Vater der physikalischen Astronomie, welche die Erscheinungen am gestirnten Himmel als ein besonderes Anwendungsgebiet der für das Weltganze geltenden Naturgesetze verstehen lehrte. —

1) Natürlich sollen solche Figuren nicht nur nicht vermieden, sondern in wirklichem Bedarfsfalle sogar möglichst schön vom Lehrer und Schüler gezeichnet werden. Vgl. in Bd. I bei S. 209 unter den aus MÜLLER-PRESLER entnommenen Figuren auch die „Hauptfigur der theoretischen Astronomie“.

Während Hipparch für **Sonne** und **Mond** eine sehr annähernde mathematische Darstellung der Bahnform und des Weg-Zeit-Gesetzes¹⁾ gab, indem er nur der Erde eine exzentrische Stellung in der Ebene der angenommenen Kreisbahnen anwies, war eine solche verhältnismäßig einfache Annahme nicht mehr ausreichend, um die Veränderlichkeit der Geschwindigkeiten und die zeitweiligen Rückläufigkeiten (Zaden- und Schlingenbildung) in den Bahnen der **Planeten** Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn mathematisch zu beschreiben. Dies leistete des Ptolemäus vielgenannte „epizyklische Theorie der Planetenbewegungen“, und zwar mit wesentlich demselben mathematischen Mittel „exzentrischer Kreise“, welches Hipparch anzuwenden gelehrt hatte: nur mußte Ptolemäus annehmen, daß auf der Peripherie des zu jedem Planeten konstruierten „exzentrischen Kreises“ (Deferent) nicht der Planet selbst sich bewege, sondern der Mittelpunkt eines kleinen Kreises, des „Epizykels“, auf dessen Peripherie erst der Planet gleichförmig fortschreitet (f. S. 269). Ganz wie dem Hipparch durch glückliche Spezialisierung der verfügbaren Größen die Bestimmung der exzentrischen Lage der Erde, gelang auch dem Ptolemäus durch eine den Beobachtungen möglichst sich anpassende Wahl der relativen Größe und gegenseitigen Lage von Deferenten und Epizykel, sowie der verhältnismäßigen Geschwindigkeiten der beiden letzteren Bewegungen, eine so gute „Theorie der Planetenbewegung“ in Form von Tafeln herzustellen, daß die Angaben dieser seiner μεγάλη σύνταξις, von den Arabern *Almagest* genannt, noch ein Jahrtausend später in leidlicher Übereinstimmung mit den immer erneuerten Beobachtungen standen. — Streiflich mußte aber jene Theorie, um sie den feineren Einzelheiten der Bewegungen anzupassen, immer mehr mit Hilfs-hypothesen belastet werden, indem zu jenen Epizykeln noch weitere Epizykeln zweiter Ordnung usw. angenommen wurden. (Mathem. Anhang Nr. 20.)²⁾

Die zunehmende Verwickelung der Planetentheorie gab den letzten Anstoß zur Umgestaltung unseres gesamten Weltbildes durch Kopernikus (1543), dessen System die zwei Hauptsätze enthält:

I. Hauptsatz: Die Erde dreht sich binnen einem Sterntag um ihre Achse (tägliche Rotation der Erde).

II. Hauptsatz: Die Erde läuft binnen einem Jahre um die Sonne (jährliche Revolution der Erde).

1) Vgl. Oberstufe der Naturlehre § 3, wo für die Beziehung $s = f(t)$ die Bezeichnung „Weg-Zeit-Gesetz“ eingeführt wird, s. u. S. 295.

2) Die Nr. 20 des math. Anh. (große Ausgabe der „Physik“ S. 745–747, vgl. auch „Hilfsbuch zur Naturlehre“ S. 23) behandelt die „Darstellung einer gegebenen Kurve durch Superposition von Sinuskurven“. Zu diesem Fourierschen Theorem stehen die Epizykeln des Ptolemäus in naher sachlicher Beziehung – wie elementar zu veranschaulichen ist durch die Schattenprojektionen von Kreiskegelschwingungen (Physik Fig. 60, S. 82, Naturlehre Fig. 50, S. 53 – vgl. unten S. 323, Abb. 64).

Für die Würdigung von Kopernikus' Lebenswerk (er hatte der rechnerrischen Ausgestaltung seiner beiden Hauptsätze mehr als 30 Jahre seines Lebens gewidmet und empfing die Druckbogen seines Hauptwerkes „*De revolutionibus orbium coelestium*“ auf seinem Sterbebette, 1543) ist es demwürdig, daß Kopernikus jene beiden Grundgedanken nicht selbst erfunden, sondern, wie er selbst berichtet, von den Pythagoreern Philolaus, Aristarch von Samos . . . überkommen hat. Aber was bei diesen nur genialer Einfall war, wurde eben erst in der quantitativen Ausgestaltung durch Kopernikus zu einer wissenschaftlichen Theorie. — Wiewohl aber auch diese Theorie wieder mit den ihr zugrunde gelegten und den aus ihr weiterhin vorausberechneten Beobachtungen in so guter Übereinstimmung war, als es bei Festhaltung der Hipparchischen Grundannahme rein kreisförmiger Bahnen und rein gleichförmiger Bewegungen möglich war, so erwies sich wieder durch feinere Abweichungen zwischen der hierauf gegründeten Rechnung und der wirklichen Beobachtung jene Annahme als mit den Tatsachen unverträglich.

Erst Kepler (1571 bis 1631), welcher vom Beginne seiner astronomischen Studien an sich zur kopernikanischen Theorie bekannt hatte, verbesserte durch die beiden ersten der nach ihm benannten „Gesetze“ jenen Mangel, indem er als Form der Bahn der Planeten die Ellipse und als Gesetz der Geschwindigkeit das der konstanten Flächenräume erwies. Diese beiden Gesetze hat Kepler induziert aus vieljährigen Beobachtungen, welche Tycho Brahe (ein älterer Zeitgenosse Keplers, Gegner der kopernikanischen Lehre) über die Örter des Mars angestellt und welche Kepler fortgesetzt hatte; und erst nach dem mühevollsten Durchprobieren einer langen Reihe hypothetischer Gesetze (deren einzelne bis auf Differenzen von 8' mit den Beobachtungen stimmten, ohne daß sich Kepler hiermit zufrieden gegeben hätte) konnte er jene beiden Gesetze als durch die besten Ergebnisse der damaligen Beobachtungskunst verifiziert verkünden (1609, „*De motibus stellae Martis*“), worauf durch ihn bald ihre Bestätigung auch für die übrigen Planeten und den Mond erfolgte. — Während jene beiden ersten Gesetze die Bewegungen jedes einzelnen Planeten beschreiben, gibt das „dritte Keplersche Gesetz“ eine Beziehung zwischen den Entfernungen der verschiedenen Planeten von der Sonne. Eine solche Beziehung hatte Kepler bereits in seiner Erstlingschrift (*Mysterium cosmographicum*, 1596) gefunden zu haben vermeint (in einer uns heute höchst abenteuerlich dünkenden Beziehung der Größen der Bahnen zu den Größen der fünf regulären Polyeder). Aber erst 23 Jahre später (1619, *Harmonice mundi*) fand Kepler das wahre Gesetz: es war nicht ein solches zwischen den Entfernungen allein (eine annähernde Gesetzmäßigkeit dieses Inhalts bildet die „Titius-Bodesche Regel“, welche aber nicht in demselben Range mit Keplers Gesetzen steht), sondern zwischen den mittleren Entfernungen und den Umlaufzeiten ($a_1^3 : a_2^3 = T_1^2 : T_2^2$). Auch dieses Gesetz war durch direkte Induktion gefunden worden. — Durch die drei Gesetze Keplers war das uralte Problem einer exakten Beschreibung der Planetenbewegungen mit einer bis dahin nie erreichten Annäherung (auch jene drei Gesetze sind eben nur Annäherungen an

die Wirklichkeit) gelöst. Die volle historische und logische Bedeutung jener Induktionen Keplers konnte aber erst ermeßten werden, nachdem sie sich als die gerade notwendige und ausreichende Bedingung für die Erklärung jener Erscheinungen aus den Prinzipien der Galilei-Newton'schen Mechanik erwiesen hatten: die Grundlinien von Newtons Gedankengang werden in § 21 („Allgemeine Gravitation“) entwickelt.“

Es sei gestattet, gerade schon um die Fassung dieses § 174 eine Reihe didaktischer – teils astronomisch-gegenständlicher, teils psychologisch-logischer – Bemerkungen zu gruppieren. – Vor allem erkennt man in der knappen Fassung zwei Hauptabsichten:

1. Dem Schüler die zwei Hauptsätze der kopernikanischen Lehre (vgl. o. S. 213, 214) in genau derselben Form, wie er sie im Abschlusse der Unterstufe kennen und schon damals gründlich verstehen gelernt hatte, in Erinnerung zu bringen¹⁾;

1) Vielleicht hätte diese Didaktik der Himmelskunde die Pflicht, sich endlich an dieser Stelle ausführlich darüber zu äußern, wie der Lehrer auf der Oberstufe die „Beweise“ für das kopernikanische System dem Schüler mundgerecht machen soll. Denn für die Unterstufe haben wir uns damit begnügt (S. 211), den Schüler einsehen zu lassen, daß und wie sich die ihm bis dahin bekannten Erscheinungen nur „gleich gut“ heliozentrisch wie geozentrisch beschreiben und erklären lassen.

Nun steht aber eine Didaktik der Himmelskunde hier vor einer Schwierigkeit, die als solche ernst zu nehmen man noch vor 30 oder 40 Jahren sehr seltsam gefunden hätte: nämlich die Tatsache, daß von Männern, die als Physiker und Philosophen vor ein oder zwei Jahrzehnten aufs höchste gefeiert wurden – bekanntlich vor allen ERNST MACH – jeder Vorzug an „Wahrheit“ dem kopernikanischen System im Vergleich zum Ptolemäischen wieder abgesprochen wurde. Nur daß es das „Bequemere“ sei, gesteht MACH dem kopernikanischen System zu. Und so würde denn jedes „Beweisen“ dieses kopernikanischen Systems, noch vor allem Anführen astronomischer Gründe, sich mit den erkenntnistheoretischen Vorfragen herumzuschlagen haben, ob vielleicht doch „bequem“ soviel sei wie „wahr“. – Aber wer selbst schon wieder ernüchtert wäre von dem Rausch, in den sich vor jenen ein bis zwei Jahrzehnten gerade auch die Naturforscher durch das Wort von der „Ökonomie des Denkens“ als Ersatz für ein „richtiges Denken“ haben versetzen lassen, und wer sich gefeit wußte gegen alle verwandten philosophischen Radikalismen des Pragmatismus (auf die schon oben S. 13 Anm. hinzuweisen war), könnte es doch nicht ebenso leicht nehmen, daß MACHS Relativismus speziell in Sachen der Bewegung gerade in unseren Tagen die umfassendste Sanktion erhalten zu haben scheint im „Relativitätsprinzip“ (EINSTEIN, MINKOWSKI u. a.). In der nun schon großen Zahl „populärer“ und häufig gewiß mehr oder minder gründlicher Darstellungen des Relativitätsprinzips geht man mit Recht überall aus von dem Satz, daß sich an translatorischen Bewegungen von was immer für einer Richtung und Geschwindigkeit keine physikalischen Anzeichen wahrnehmen lassen, aus denen diese Richtung und Geschwindigkeit zu erkennen wäre. Daß aber die Richtungen und Geschwindigkeiten, von denen hier die Rede ist, nicht nur denkbar sind, sondern daß sie gerade von der Relativitätstheorie als absolute Bewe-

2. Die Grundlinien von NEWTONS Gedankengang bei Ableitung und Anwendung seines Gesetzes der „allgemeinen Gravitation“ als das vorläufige Ziel hinzustellen, dem wir mit der in den physikalischen Lehrgang einzuschaltenden Astronomie

gungen innerhalb eines absoluten Raumes (der als solcher freilich wieder nicht wahrnehmbar ist) gedacht sind, wird hier nirgends ausgesprochen – vermutlich also wohl auch selten oder nie bedacht. – Es wäre offenbar ganz hoffnungslos, einer so mächtigen Mode, die der mathematischen Physik der jüngsten Jahre den Mut gegeben hat, sich hinwegzusetzen über die vermeintlich gesicherten Sätze der allgemeinen Relationstheorie (daß es keine Relation ohne in irgendeiner Instanz absolute Fundamente geben könne), der Raum- und Zeit-Psychologie und Gegenstandstheorie (daß Raum und Zeit qualitativ verschieden seien und somit ihre Dimensionen auch nach Unifizierung ihrer quantitativen Bestimmungen irreduzible „qualitative Reste“ ihr Eigen nennen), der Gegenstandstheorie und Metaphysik (daß es „kein Quale ohne Quid“, keine Eigenschaft ohne „Substanz“, z. B. kein Schwingen ohne Schwingendes geben könne, weshalb man die längste Zeit den „Äther“ für unentbehrlich gehalten hatte), nun beweisen zu wollen, daß es keine relative Bewegung ohne in irgendeiner Instanz absolute Bewegung (und somit auch absoluten Raum) geben könne. Der ganze alte Streit um die absolute Bewegung mußte ja wenigstens bis zu dem Punkt geklärt sein, daß man einsieht, die absolute Bewegung sei wenigstens denkbar, wenn auch nicht direkt erkennbar, am wenigsten wahrnehmbar (vgl. über dieses Auseinanderhalten von Wahrnehmbar, Erkennbar, Denkbar schon oben S. 103, Anm). Der Verfasser des vorliegenden Bandes hat schon mehr als einmal versucht, gegen diesen allgemeinen Strom des Relativismus zu schwimmen (am ausführlichsten in den „Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik“, dem Nachwort zu KANTS „Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft“, J. A. Barth, 1900). Daß diese dort entwickelten Gründe für die absolute Bewegung von MACH in den späteren Auflagen seiner „Geschichte der Mechanik“ eines ausführlichen Versuches wenigstens teilweiser Widerlegung gewürdigt worden sind, habe ich ebenso dankbar anzuerkennen wie die vielfache Zustimmung (neben mir nicht ausnahmslos unwiderleglich scheinenden Bedenken) in ALOYS MÜLLERS mutigem Buch „Das Problem des absoluten Raumes“, 1911. –

Angesichts eines solchen Standes der gegenwärtigen „Naturphilosophie“ (die ja leider fast ausschließlich von Naturforschern – namentlich von OSTWALD, der sich „Naturphilosoph“ zu sein rühmt, wie man etwa „Natusänger“ ist – zum Glück sehr viel seltener von Philosophen wieder kultiviert wird) wäre es heute geradezu unmodern, noch kurzweg von „Beweisen für das Kopernikanische System“ zu sprechen. Denn auch die zu ihrer Zeit mit höchster Bewunderung als endgültige Bestätigungen, also doch wohl „Beweise“, aufgenommenen Beobachtungen, wie BENZENBERGS Fallversuch, FOUCAULTS Pendelversuch usw., getraut sich ja der moderne Relativist um und wegzudeuten. – Oder bleibt gerade angesichts solcher Umsturzbestrebungen auf naturwissenschaftlichem wie philosophischem Gebiete es für Didaktiker eine doppelt verantwortungsvolle Aufgabe, wenigstens noch nicht den Schüler der obersten Jahrgänge unserer höheren Schulen einer allgemeinen Skepsis auszuliefern, indem man auch ihm die Begeisterung dämpft für den vor wenigen Jahrzehnten noch als zweifellos angesehenen Fortschritt vom Ptolemäischen zum Kopernikanischen System? Ebenfalls

des siebenten Jahrganges nun vor allem zustreben. Zu dieser Hauptaufgabe verhalten sich alle weiteren Mitteilungen über Abnahme der Schwere gegen den Äquator, Präzession, tropisches Jahr, Zeitrechnung usw., unbeschadet auch ihrer „Wichtigkeit“ für jeden Gebildeten, doch schon wieder wie bloße Anwendungen und Nachträge, die gelegentlich in den physikalischen Lehrgang an den für ihn passendsten Stellen eingeschaltet werden können. Keineswegs aber möchten wir dazu raten, etwa überhaupt auch schon die erste Einführung in astronomische Begriffe nur wie etwas Gelegentliches zu behandeln. Sondern das, was nötig ist, um den Schüler heranzuführen bis an NEWTONS Gravitationslehre, mag, mit Aufwand von etwa 3–4 Wochen Unterricht in Astronomie, immerhin mit einer gewissen Wucht

schon mehrmals habe ich mich auch von didaktischer Seite her jenem altmodischen Standpunkt, dem Glauben an den endgültigen Sieg des KOPERNIKUS, angeschlossen. So in der Anzeige (Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr., Jahrg. 21, 1908) des Buches von Dr. KARL NEISSER „Ptolemäus oder Kopernikus? Eine Studie über die Bewegung der Erde und über den Begriff der Bewegung“. Der Relativismus MACHs, daß die Ptolemäische und Koppertikanische Lehre astronomisch und physikalisch vollkommen gleichwertig seien, wird durch NEISSER noch überboten mit der These: „Auch bei dieser Ansicht wird man aber, wie ich glaube, nicht verbleiben können. Man wird noch einen Schritt weitergehen und sich dafür entscheiden müssen, daß sowohl die frühere Annahme von der Bewegung des Himmels als auch die spätere von der Bewegung der Erde, jede in ihrer Einseitigkeit unhaltbar ist, und daß man eigentlich bloß sprechen kann von Veränderungen der Lage zwischen Himmel und Erde. Die ptolemäische These und die koppertikanische Antithese wären damit in eine Synthese aufgegangen. Wenn nicht alle Anzeichen trügen, treibt die geschichtliche Entwicklung zu dieser Vereinigung der beiden einander bisher so feindlichen Bewegungslehren des Ptolemäus und des Koppertikus hin.“

Wer dem absoluten Relativismus noch so abgeneigt oder feindlich ist, kann dankbar sein für eine solche Konsequenz und mit Loge im „Rheingold“ sagen: „Sieh, deine Feinde fallen sich selbst.“

Angesichts einer solchen Sachlage aber hat natürlich unsere bescheidene Didaktik nicht etwa irgendwelche einzelne bisher für besonders schlagend gehaltene „Beweise“ für die Drehung der Erde und ihres Umlaufes um die Sonne zu wiederholen und dem einen vor dem anderen noch einen besonderen Vorzug zu geben. Sondern wenn hier der Didaktiker, der die Stärke der Naturwissenschaft auf ihrem eigenen Gebiet so wenig unterschätzt, wie ihre nun schon allzu oft bekundeten Schwächen auf dem philosophischen Nachbargebiet, den Lehrern der Physik und Astronomie einen Rat geben darf, so ist es einfach der, sich beim „Beweisen“ der Koppertikanischen Lehre nicht bange machen zu lassen durch den angeblichen Fortschritt der letzten vier Jahrzehnte von der Naturwissenschaft zur Naturphilosophie (– daß und warum es diese neben jener überhaupt nicht mehr geben kann und sollte, vgl. meine Abhandlung „Zur gegenwärtigen Naturphilosophie“, Sonderheft 2 der Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht, Springer 1904).

und Würde auch schon äußerlich im Lehrgang auftreten. Und dies wird eben mit einer in dem Gegenstande selbst wohlbegründeten Feierlichkeit am wirksamsten geschehen in der Form jenes geschichtlichen Überblickes. Der kurze Lehrtext von nur zwei Seiten (der in der großen Ausgabe der Physik etwas über vier Seiten, 569–573, einnimmt und so dem Lehrer noch weitere Materialien für seinen mündlichen Unterricht anbietet) gibt natürlich dem Lehrer weiteste Bewegungsfreiheit, bei welchen Gesichtspunkten er den Schüler schon jetzt etwas festhalten, welche andere er ihm nur zu dem Zwecke, damit er „wisse, was er nicht weiß“, vorläufig als eine in den nächsten vier Wochen zu erwartende Ausfüllung bisheriger Wissenslücken in Aussicht stellen will. Dabei mag der eine Lehrer sogleich das sachliche, der andere das persönlich-biographische Interesse in den Vordergrund rücken, – irgendwie binden wollende Vorschläge oder auch nur Ratschläge dafür sollen auch in dieser Didaktik keineswegs gegeben werden; denn Didaktik wie Lehrbuch rechnen ja auf ein beim Lehrer schon vorhandenes lebhaftes Interesse und Mitteilungsbedürfnis, dem die knappen Sätze des Lehrbuches nur als äußerer Behelf zu einem dauernden Festgehaltenwerden durch den Schüler (statt mangelhafter Notizen) dienen wollen.

Nur soviel darf, ohne diese Bewegungsfreiheit des Lehrers einschränken zu wollen, als verbindlich bezeichnet werden, daß, wenn sich etwa beim „Durchnehmen“ der wenigen Zeilen des Großgedruckten verraten sollte, daß ein Teil der Schüler mit den beiden Hauptsätzen des kopernikanischen Systems etwa wirklich noch nicht vertraut sein sollte (was nach allem dann wohl wahrscheinlich nicht Schuld der Schüler, sondern verkehrter Lehrpläne wäre), es nun allerhöchste Zeit ist, das Versäumte raschest nachzuholen. Denn wie sogleich näher auszuführen sein wird, gehört es mit zu den Aufgaben der Oberstufe, von jetzt ab frei zu verfügen über die heliozentrischen Vorstellungen, was aber selbst wieder einschließt, daß immer wieder das Recht dieses heliozentrischen Denkens gemessen wird am geozentrischen Anschauen, d. h. daß der Schüler jeden Augenblick darüber muß Rechenschaft geben können, was für eine sichtbare und womöglich auch von ihm selbst gesehene Tatsache er eigentlich meine, wenn er von ihr in der Sprache des heliozentrischen Systems redet. Denn dieses Verhältnis von Anschauen und Denken gilt bis zur letzten Stunde alles Mittelschulunterrichtes der Astronomie.

Schon mehr dem persönlichen Geschmacke des Lehrers – der ja dabei hoffentlich nie den des Schülers unbeachtet läßt – bleibt es anheim gegeben, inwieweit er schon diese Einführung in den astronomischen Anschauungs- und Gedankenkreis in historisches Gewand kleiden und also seine Erzählungen von der „alten Zeit vor KOPPERNIKUS“ ausdehnen und farbenreich schmücken will. Doch möchten wir auf keinen Fall, daß man es nur als Geschmacksache oder gar nur als das an sich herzlich gleichgültige Nennen eines Namens weniger oder mehr betrachte, daß man neben und vor dem fast zum Schlagworte gewordenen PTOLEMAUS auch des für ihn vorbildlich gewordenen HIPPARCH gedenke¹⁾. Denn HIPPARCHS Aufstellung von „Sonnen- und Mondtafeln“ ist eben das genaue astronomische Vorbild auch für diejenige exakt-phoronomische Beschreibung der Bewegung irgendeines Punktes, für die man im Physikunterrichte als vielbewundertes erstes Beispiel GALILEIS Fallgesetz anzuführen pflegt; auf welche gegenständlich grundlegende, aber, wie es scheint, selten voll gewürdigte Beziehung wir daher noch ausführlicher (S. 295) zurückkommen. – Vorher aber sei nochmals als die allernächstliegende, didaktisch fast selbstverständliche Aufgabe des „Über-(Rück- und Vor-)blickes“ die festgehalten, daß er dem Lehrer die ungezwungenste Gelegenheit gibt, während des Durchsprechens dieses § 174 sich davon zu überzeugen, ob der Schüler gleich frei verfügt über die Auffassung der Erscheinungen nach dem geozentrischen, wie nach dem heliozentrischen System. Fehlt's hier irgendwo, sei es in den geozentrischen, sei es in den heliozentrischen Vorstellungen, so müssen natürlich, wie gesagt, vor allem diese Lücken schnellstens ausgefüllt werden – einstweilen in Form einer bloßen Auffrischung des auf der Unterstufe Erarbeiteten. Aber damals haben wir ja absichtlich (vgl. S. 210, 224) gerade denjenigen Teil der Erscheinungen – die Planetenbewegungen – noch zurücktreten lassen, die jetzt, wo wir auf die Ableitung des NEWTONSchen Gesetzes aus den KEPLERSchen lossteuern, ein Mittel- (oder „Brenn“-) und Zielpunkt des ganzen astronomischen Unterrichtes unseres (des VII.) Jahrganges werden.

Unter diesem Gesichtspunkt wäre also fürs erste freilich nur PTOLEMAUS derjenige Forscher, dessen Lebenswerk man in seiner

1) Darum widmen wir HIPPARCH das ausführlichere Lesestück aus WHEWELL (Anhang I, S. 350–357).

grundsätzlichen Bedeutung dem Schüler verständlich machen muß. Dies um so mehr, als von den nämlichen Halbwissern, die zu Ehren der Kopperrikanischen Theorie die Tatsachen des „Sinnenscheins“ verunehren zu müssen glauben, manchmal der Name PTOLEMAUS wie ein Vertreter des Unsinns gegenüber der spät entdeckten kopperrikanischen Wahrheit mißachtet wird¹⁾. Solche Geschmacklosigkeiten der Halbbildung wird die Schule ihren Zöglingen durch nichts wirksamer ersparen, als durch die geschichtliche Darstellung des wahren Sachverhaltes. Dieser aber besteht eben darin, daß PTOLEMAUS dieselbe Methode, die HIPPARCH auf Sonne und Mond angewendet hatte, nun auf das noch viel schwierigere Problem der Planetenbewegungen angewendet hat. Um daher die Leistung des PTOLEMAUS wirklich zu verstehen, muß die des HIPPARCH wirklich gründlich verstanden sein. Die Worte „mathematische Darstellung der Bahnform und des Weg-Zeit-Gesetzes“²⁾ geben hierzu Gelegenheit, indem sie anknüpfen an diese einige Wochen früher im Unterricht der Mechanik eingeführten und damals reichlich an irdischen Bewegungen verarbeiteten Begriffe. Da diese ganz prinzipiellen Dinge, wie grundlegend sie für einen rationellen Physikunterricht wären, für unsere herkömmliche Schulmechanik mit ihrer trüben Verquickung von Phoronomischem und Dynamischem noch lange nicht zu den eingebürgerten Dingen zu gehören scheinen, seien ihnen noch einige grundsätzliche Betrachtungen gewidmet.

Beginnen wir, der zeitlichen Anordnung irdischer und himmlischer Mechanik entsprechend, die aber, wie gesagt, der historischen Abfolge diesmal entgegengesetzt ist, mit der prinzipiellen Würdigung von GALILEIS Fallgesetz $s = at^2$ (wo a der „Anfangsweg“, d. i. die Fallstrecke der ersten Sekunde ist; auf die Beziehung $a = \frac{g}{2}$ kommt es hier noch nicht an). Indem wir den Schüler in der allerersten Stunde des Schuljahres sogleich GALILEIS Versuche mit der Fallrinne (oder mit unserem „Schienenapparat“, in unserer Oberstufe“ Fig. 1 – keineswegs sogleich mit Atwoods fälschlich sogen. „Fallmaschine“¹⁾) vorführen, müssen wir ihm, wenn er von all diesen Dingen auch den vollen logischen Gewinn haben soll, zu vollem Bewußtsein bringen, daß jenes aus den zwei Wertereihen:

1) Vgl. unten, S. 315, u. a. auch KOPPEs Tadel einer solchen Verkennung.

2) Über diesen Terminus für die Beziehung $s = f(t)$ vgl. S. 288, Anm. 1 [nach „Physik“ und „Naturlehre (Oberstufe)“ § 3].

$t =$	1	2	3	4	Sekunden
$s =$	5	20	45	80	cm

(an einer reibungslosen schiefen Ebene von der Neigung $\frac{1}{100}$, oder ebenso 5 20 45 80 m

im freien Fall) induzierte Gesetz $s = at^2$ ein rein beschreibendes Gesetz war. GALILEI hatte sich schon durch die Unternehmung, eine Gesetzmäßigkeit zu finden zwischen den rein phoronomischen Größen t , s [und ebenso den aus der Beziehung $s = f(t)$ rein rechnerisch folgenden $v = f'(t)$, $w = f''(t)$], völlig unabhängig gemacht von allen Spekulationen über Fallbestreben, Schwerkkräfte u. dgl., mittels deren man durch anderthalb Jahrtausende fruchtlos über die Fallbewegung spekuliert hatte; notwendig fruchtlos deshalb, weil das erklärende Begriffe gewesen waren, und man ja das beschreibende Gesetz der so alltäglichen Erscheinung eben noch nicht kannte, ja nach ihm zu fragen kaum schon versucht hatte (von Vorläufern GALILEIS wie BENEDETTI, LEONARDO DA VINCI hier abgesehen).

Aber was hat dies GALILEISCHE Fallgesetz mit HIPPARCHS exzentrischen Kreisen zu tun? Scheinbar nichts, grundsätzlich aber gerade alles Wesentliche: daß nämlich GALILEI wie HIPPARCH eine aus Einzelbeobachtungen bekannte Bewegung durch ein zusammenfassendes Gesetz allgemein zu beschreiben unternahmen. Wie GALILEI an seiner Fallrinne die Wertepaare von s und t fand, so fand HIPPARCH seine Wertepaare durch Beobachtungen der Zeitstrecken zwischen den aufeinanderfolgenden Äquinoktien und Solstitien, die ihm zeigten, daß und welche gleiche Bogen der Sonnenbahn am Himmel den bis zu $4\frac{1}{2}$ Tagen ungleichen Vierteljahren zwischen jenen Hauptzeitpunkten des Jahres entsprechen. Ein logischer Physik- und physikalischer Logikunterricht, der sich noch tiefer in diese Dinge einlassen wollte, hätte dann Worte der Bewunderung zu finden für die glücklich, ja genial ausgewählten Einzelwerte¹⁾, durch die allein das „Induzieren“ zu einer in Wahrheit geistigen, nicht bloß zu einer im üblen Sinn mechanischen Tätigkeit wird. Aber allerdings mag auch hier wieder das Maßhalten im Ausdeuten und Ausbeuten solcher überreich fruchtbarer Logik-Exempel im großen mehr didaktische Weisheit sein, als sich vor Anfängern allzu tief in eine solche feine Logik der Induktion einzulassen.

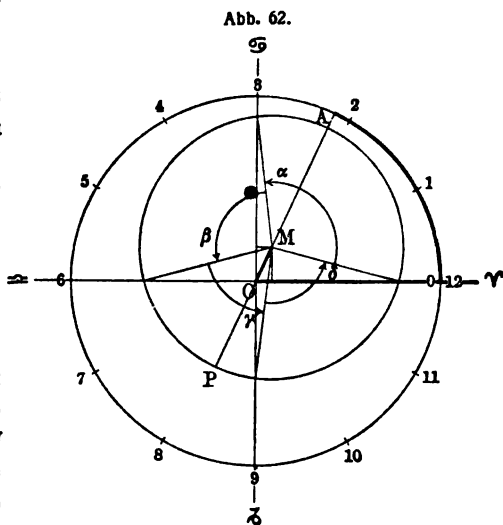
1) Vgl. hierzu im Anhang S. 352 ff. das Lesestück aus WHEWELLS „Geschichte der induktiven Wissenschaften“; ferner unten S. 297 die LA 220.

(Nur für seine eigene Privatperson darf ein solcher der Logik kundiger Physik- und Astronomielehrer ein Gefühl des Mitleids mit allen hegen, die Physik einerseits, Logik andererseits zu lehren meinen und nicht in vollem Besitz derjenigen wissenschaftlich-geschichtlichen Kenntnisse sind, die besser als irgend etwas der neuzeitlichen Feindschaft zwischen Naturwissenschaft und Philosophie abzuhelpen vermöchten, wie eine solche dem Altertum, wenigstens vor SOKRATES, fremd gewesen war.)

Für den Fall, daß der Lehrer diese grundsätzliche Wichtigkeit der Leistungen des HIPPARCH auch schon für die Schule erkannt hat und zugibt, sei als eine mathematisch uns jetzt überaus einfach dünkende Aufgabe (die aber immerhin in dem Antizipieren rechtwinkliger Koordinaten¹⁾ des Punktes M schon wieder eine hübsche historische Überraschung gewährt) die folgende Leitaufgabe aus der Physik (S. 943) wiedergegeben:

220. Wie hat Hipparch aus der ungleichen Dauer der Jahreszeiten die Lage der Apiden und die Größe der Exzentrizität der als Kreis vorausgesetzten Sonnenbahn in bezug auf die Erde ermittelt?

Anleitung: Es sei in Fig. 248 O der Mittelpunkt der Erde und zugleich der der Himmelsphäre, also auch der Mittelpunkt der Elliptik als eines größten Kreises am Himmel, an welcher die 12 Tierzeichen, $0 = \gamma$ (Widder), $1 = \delta$ (Stier) . . . , angegeben sind. M sei der Mittelpunkt der als Kreis angenommenen Bahn der Sonne in bezug auf die Erde; die Ebene dieser Bahn fällt zusammen mit der der Elliptik, der Mittelpunkt M liegt um die Strecke OM von O ab in der Apidenlinie AP (A = Apogäum, P = Perigäum). Es ist der Winkel $AO\gamma$ (d. h. die Lage der Apidenlinie in bezug auf den Frühlingspunkt oder: die Länge des Apogäums) und die Größe der Exzentrizität OM im Verhältnis zum (willkürlich angenommenen) Halbmesser R der Sonnen-



1) Nämlich ebener Koordinaten, deren Erfindung man (nicht ganz genau) erst dem DESCARTES zuschreibt. — Daß die Paare „Länge–Breite“, „Rektaszension–Deklination“, „Azimuth–Höhe“ die viel älteren sphärischen Koordinaten waren, lernt der Schüler von seiten der analytischen Geometrie her würdigen

bahn MA zu ermitteln. Da Hipparch die (erst von Kepler berichtigte) Voraussetzung gemacht hatte, daß die Sonne in einer Kreisbahn gleichförmig sich bewege, so entspräche, wenn der Punkt M mit O zusammenfiel, jedem der vier Quadranten des Kreises von je 90° die gleiche Zahl von $\frac{365\frac{1}{4}}{4} = 91\frac{5}{16}$ Tagen. Um wieviel und nach welcher Richtung hin der Punkt M von O abliegt, ergab sich für Hipparch daraus, daß die Dauer der Jahreszeiten (Bewegung der Sonne von den Äquinoktien zu den Solstitien und zurück) aus Beobachtungen gegeben war für den

Frühling	$94\frac{1}{2}$	Tage,	entsprechend einem Winkel	$\alpha = 93^\circ 9' = 90^\circ + 3^\circ 9'$
Sommer	$92\frac{1}{2}$	"	"	$\beta = 91^\circ 11' = 90^\circ + 1^\circ 11'$
Herbst	88	"	"	$\gamma = 86^\circ 51' = 90^\circ - 3^\circ 9'$
Winter	90	"	"	$\delta = 88^\circ 49' = 90^\circ - 1^\circ 11'$

Hieraus hat Hipparch die Lage des Punktes M schon durch eine Art rechtwinkliger Koordinaten x, y in bezug auf das Koordinatensystem Widder-Wage (1, 7) und Krebs-Steinbock (4, 10) so bestimmt, daß aus den Bögen des Kreises vom Mittelpunkt O die Sinusstrecken x, y gebildet und dann in Teile des Radius $MA = R$ umgerechnet wurden. Es ergab sich

$$x = \frac{1}{2}(\alpha + \beta) - 180^\circ = 2^\circ 10' = 0,03781 R$$

$$y = \alpha - 90^\circ - x \dots = 0^\circ 59' = 0,01716 R.$$

Hieraus folgt: $OM = \sqrt{x^2 + y^2} = 0,04152 R = \frac{1}{24} R$, und hieraus

$$\sphericalangle \gamma OA = 65^\circ 35' = 2 \text{ sign } 5^\circ 35'$$

(1 sign = signum, Zeichen, Tierzeichen = 30°).

Es mag dann der Lehrer nach Geschmack kürzer oder länger schon jetzt verweilen bei der Besprechung der ptolemäischen „Epizykel“.) Ein Blick auf die Schlingen und Schleifen der KOPPEschen Planetentafel^{*)} zeigt dem Schüler, daß diese ptolemäische Theorie den direkt sichtbaren Erscheinungen möglichst nahe geblieben ist; sie zeigt ihm aber auch, worin auch schon diese „Theorie“ über diese Tatsachen sich erhebt: eben wieder, wie es HIPPARCH mit seinen exzentrischen Kreisen getan hatte, durch das Ausgehen von geometrisch wohl definierten Kurven, eben den Kreisen (Deferent und Epizykel), wogegen die Schleifen und Schlingen am Himmel selbst sich keiner geometrisch irgendwie einfach oder kompliziert zu definierenden Kurvenform fügen zu wollen schienen.

Dann die Erzählung von der steigenden Verwicklung durch die Hilfhypothese von Epizykeln zweiter, dritter Ordnung bis

— vielleicht sogar Ausblicke gewinnen auf den „ebenen Euklidischen Raum“ als Grenze des „elliptischen (inkl. sphärischen) Riemannschen Raumes“.

1) S. o. S. 268, 269 die Aufgaben von SCHÜLKE. — 2) S. u. bei S. 320.

zum berühmten Ausspruch des Königs Alfons X. von Castilien (1252): „Wenn ich damals mit zu Rate gezogen worden wäre, so hätte ich einen einfacheren und besseren Plan für das Weltall vorgeschlagen.“¹⁾

All das mag sich recht gut als „Vorblick“ eignen – denn der Schüler, der sich bei solchen Anekdoten und Kuriosen unterhält, mag selber allmählich fühlen, daß sie nur der Ausdruck eines Bedürfnisses nach einer besseren „Theorie“ waren, das dann durch KOPPERNIKUS und KEPLER seine Erfüllung fand. Ebenso hier dann die Rückblicke auf PHILOLAUS, ARISTARCH. Das Maß historischer Schulung, über das die Schüler eines siebenten Jahrganges schon verfügen, mag dem (der Antike nicht etwa selbst feindlich gegenüberstehenden) Lehrer Gelegenheit geben, auch die Schüler mitfühlen zu lassen, wie weit und wunderbar sich geistige Brücken aus dem Altertum in die Anfänge der Neuzeit herüberspannten, ohne daß auch hier noch jemand Lust haben wird, von einem nur „kommentatorischen Geist“²⁾ zu sprechen.

Auch wie lange der Lehrer bei solchen biographischen Dingen³⁾ überhaupt verweilen will, sei hier nicht Gegenstand von Rat-

1) WHEWELL, Geschichte der induktiven Wissenschaften. Deutsch von LITROW 1840, I. Band, S. 149. Hiezu auch S. 186 über „die alphonsinischen Tafeln, die zuerst im Jahr 1252 unter den Auspizien von Alphons X., König von Castilien, erschienen, und durch die wir uns schon der Grenze der neueren Astronomie nähern“.

2) WHEWELL (a. a. O. Bd. I S. 235–258) bespricht ausführlich den „kommentatorischen Geist des Mittelalters“.

3) Ein wertvolles Büchlein, das gerade das enthält, was ich mir während meiner vieljährigen Lehrtätigkeit der Physik und innerhalb ihrer der Astronomie gewünscht hatte, bietet das Bändchen IV von Dr. Bastian Schmidts Naturwissenschaftlicher Schülerbibliothek: Große Physiker, Bilder aus der Geschichte der Astronomie und Physik von Dir. Prof. Dr. HANS KEFERSTEIN in Hamburg. Für reife Schüler. Mit 12 Bildnissen auf Tafeln. Leipzig, B. G. Teubner, 1911, 233 Seiten. Die erste Hälfte des Bändchens bietet das Biographische und Sachliche über KOPPERNIKUS bis NEWTON. Diesem vorwiegend astronomischen Teil folgen dann die „Physiker“ im modernen Sinne: FARADAY, ROBERT MAYER, HELMHOLTZ. – Während des Druckes gibt in der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht, Jhrg. XXV (1912), S. 122, P. (POSKE) eine Anzeige des Bändchens „Aus Natur und Geisteswelt“ Nr. 324: „Die großen Physiker und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. SCHULZE in Marburg a. L. Mit 5 Bildnissen. Leipzig, B. G. Teubner, 108 Seiten“. „Das Bändchen bildet ein interessantes Gegenstück zu der dasselbe Thema behandelnden Schrift von KEFERSTEIN (d. Zeitschr. 24, 315). Beide behandeln zum Teil dieselben Forscher: Galilei, Newton, Faraday, Helmholtz, ausser diesen KEFERSTEIN noch Koppernikus, Kepler und Robert Mayer, der Verfasser des vorliegenden Bändchens noch Huygens. Während ersterer mehr den allgemeinen Gedankengehalt und die Richtung auf die Weltanschauung betont, geht letzterer mehr auf das Persönliche und auf die Einzelfor-

schlagen, sondern bleibe dem vom Gefühl getragenen Geschmack überlassen. Nur daß die dreißig Jahre exakter Arbeit, die KOPERNIKUS¹⁾ an sein System wendete, im mündlichen Unterricht auch nach ihrer ethischen Seite nicht unbewertet und unverwertet bleiben, darf man auf alle Fälle wünschen. Und daß KOPERNIKUS die Druckbogen seines Werkes erst auf dem Totenbett empfangen hat, mag die Geschichte seiner Lebensarbeit so eindrucksvoll machen, wie nur irgendein Stück der Welt- und Kulturgeschichte. Und doch – wie selten mögen im ganzen diese Dinge in unseren Schulzimmern zur Sprache kommen?

Die gleichen Fragen wären aufzuwerfen im Hinblick auf KEPLERS merk- und ehrwürdige Person und Lebensgestaltung²⁾. Doch ist an dieser Stelle hierüber kein Wort mehr nötig, da ja vorausgesetzt werden darf, daß jeder Lehrer, der persönlich dafür gestimmt ist, im exakt Wissenschaftlichen nicht ein für allemal das rührend Menschliche untergehen zu lassen, sich längst schon das Leben KEPLERS für die Belebung seines exakt-astronomischen Unterrichtes hat angelegen sein lassen.³⁾

sungen ein. Beide Schriften ergänzen sich daher aufs glücklichste. Sehr gelungen ist besonders die Darstellung Newtons, sehr dankenswert die Aufnahme von Huygens, dem ebenbürtigen Zeitgenossen Newtons. Auch diese Schrift wird für reifere Schüler eine lehrreiche und spannende Lektüre bieten.“

1) Reichen Stoff zur Erweiterung und Vertiefung des Lebensbildes von KOPERNIKUS auch für die Teilnahme des Schülers gibt der schöne Aufsatz in der Ztschr. „Himmel und Erde“, Jhrg. XI, 1899 (S. 193, 200, 315, 362, 405 ff.) „Nicolaus Copernicus“ von Prof. M. CURTZE in Thorn.

2) Ebenso bringt die Festschrift von REUSCHLE, „Kepler und die Astronomie. Zum dreihundertjährigen Jubiläum von Keplers Geburt am 27. Dezember 1571“ (Frankfurt 1871) viel auch für den Schüler Anregendes. – Originell in Inhalt und Darstellung ist der Aufsatz „Johann Keplers Schwabenstrieche“ von MÜLLER-Freiburg, Ztschr. „Himmel und Erde“, XXII. Jhg. 1910.

3) In meiner Prager Antrittsvorlesung (1903) „Die humanistischen Aufgaben des physikalischen Unterrichtes“ sagte ich:

„Ist z. B. schon für die Gravitationslehre in der Mechanik der VII. Gymnasialklasse das unbedingt nötige Ausgangsmaterial an astronomischen Anschauungen und Begriffen herbeigeschafft, einerseits durch Anleitung der Schüler zum wirklichen Beobachten der Planetenbewegungen, andererseits durch die historische Erzählung von den schier unendlichen Schwierigkeiten, die auch nur die exakte Beschreibung der Planetenbewegungen den Denkern von anderthalb Jahrtausenden bereitet hat, so gesellt sich ungesucht dem sachlichen Interesse ein rein menschliches zu für jene großen Lehrer selbst: und wie reich an unmittelbar ansprechenden Zügen ist das Denkerleben eines KOPERNIKUS, eines GALILEI, eines KEPLER. – Mit ehrfürchtigem Schauder spreche ich den Namen JOHANNES KEPLERS an der Stätte aus, an welcher dieser wunderbare deutsche Mann selbst gewirkt hat. In Prag hat KEPLER das erste

Doch genug selbst dieser bloßen Andeutungen, was alles geschehen könnte, um den Schüler vorzuwärmen für die strenge,

und zweite seiner drei Gesetze gefunden und in der Schrift „*De motibus stellae Martis*“ 1609 veröffentlicht. Jahr für Jahr lernen Hunderttausende von Gymnasiasten den Wortlaut dieser drei Gesetze, ebenso wie sie hundert und tausend andere Gesetze und Regeln lernen. Die zwei kurzen Formeln: „Die Planeten bewegen sich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht“, und „Die von der Sonne zu den Planeten gezogenen Leitstrahlen durchstreichen in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume“ – würden sie nicht größeren Eindruck auf die Schüler machen, wenn man dazu erzählen wollte, daß KEPLER schon 14 Jahre vor seinen ersten beiden Gesetzen eine uns heute höchst absonderlich, ja absurd dünkende Beziehung zwischen den Planetenbahnen und den regulären Polyedern (den sogenannten fünf platonischen Körpern) gefunden zu haben meinte; daß er dann noch jahrelang mit dem Vorurteile des HIPPARCH, die Planetenbahnen müßten reine Kreise sein (von welchem Vorurteile sich sogar KOPERNIKUS noch nicht freigemacht hatte) gerungen habe; daß er dann nach und nach an Stelle der Kreise alle möglichen und fast unmöglichen Kurven durchprobierte, daß er es hierbei bis zu einer Übereinstimmung auf acht Winkelminuten zwischen der Beobachtung und der Berechnung gebracht hat, eine Übereinstimmung, mit der sich jeder minder heldenmütige Intellekt zufrieden gegeben hätte, wogegen KEPLER sogar angesichts dieses scheinbaren Triumphes doch seine jahrelangen mühseligen Rechnungen zum so und so vielen Male sogleich wieder verwarf und nun endlich erst auf das Ellipsen- und Flächengesetz kommen konnte. Dafür waren nun aber diese auch die einzigen deskriptiven Gesetze, die wir heute im Lichte der ein halbes Jahrhundert nach KEPLER von NEWTON eben aus KEPLERS Gesetzen abgeleiteten Gravitationsmechanik als die allein *in rerum natura* begründeten erkennen. – Zu dieser Schilderung des sozusagen intellektuellen Charakters unseres Helden käme dann die Erzählung, wie KEPLER nur zu oft mit hungrigem Magen arbeitete, weil er um Abschlagszahlungen auf seine fälligen Besoldungen erst den Kaisern auf die Reichstage nachreisen mußte; daß er über ein Jahr seines Lebens dazu verbrauchte, seine Mutter gegen die Anklage der Hexerei zu verteidigen und sie nur so vor dem Flammentode retten konnte . . . Freilich, dieses Lebensbild ginge weit über „reine Physik“ hinaus. Bietet aber die intellektuelle und moralische Persönlichkeit JOHANNES KEPLERS nicht einen wertvollen Ausgangs- und Zielpunkt des Gesinnungsunterrichtes, der „Konzentration“ in der hochsinnigsten Bedeutung dieses leider vieldeutigen Lieblingswortes der Pädagogen? Lassen wir doch die Persönlichkeit JOHANNES KEPLERS als hellsten Stern in die Nacht der Verwirrenheit des XVII. Jahrhunderts, der trübsten Zeit deutscher Geschichte, auch für das Auge unserer Schüler hineinleuchten! Aber nur dem kann KEPLERS Leben leuchten, dem das Wesentliche seines Lebenswerkes, seine wissenschaftliche Kulturthat, eingeleuchtet hat.“ –

Diese Antrittsvorlesung (welche eine Erweiterung des gleich betitelten Aufsatzes an der Spitze des II. Jahrg. der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 1888 enthält) ist gleichzeitig mit der großen Ausgabe meiner „Physik“ erschienen bei Vieweg 1904 (17 Seiten). Soeben teilt mir der Verlag Vieweg auf Anfrage mit, daß von diesem Schriftchen im ganzen nur 40 Stück verkauft worden seien – ein nicht gerade erfreuliches Anzeichen dafür, daß der physikalische Unterricht sich für seine „humanistischen Aufgaben“ auch nur schon halbwegs allgemein interessiere (worauf in Bd. X zurückzukommen sein wird). Vielleicht ist aber eben deshalb die Wiedergabe der angeführten Stelle auch innerhalb

rein wissenschaftliche Arbeit, die seiner harrt, wenn er nach jahrelanger Vorbereitung auf die Beschäftigung mit astronomischen Dingen nun endlich in wirklich wissenschaftlicher Form – wenn auch natürlich immer noch in allerbescheidenstem Maße – mit etwas Astronomie gründlich bekannt gemacht werden soll. Ein erstes didaktisches Gebot hierfür ist, daß diese wissenschaftliche Unterweisung dem Schüler als eine festgefügte didaktische Einheit zum Bewußtsein komme. Als solche bietet sich von selbst das Verhältnis zwischen den beschreibenden KEPLERschen Gesetzen und dem erklärenden NEWTONschen Gesetz dar, dem wir deshalb den folgenden besonderen Paragraph widmen. Zuvor aber noch je einige wenige Worte zu jedem der auf den soeben besprochenen § 174 („Überblick, Rück- und Vorblick“) folgenden §§ 175 bis 182 unserer Oberstufe der Naturlehre, die wieder (wie für die Unterstufe, s. o. S. 158) zusammengefaßt sind unter dem Titel **„A. Beschreibung der Bewegungen von Fixsternen, Sonne und Erde in bezug aufeinander“**.

In den §§ 175, 176, 177 werden der Reihe nach die Koordinatensysteme des Horizonts, des Äquators, der Ekliptik behandelt. Neues an Tatsachen bringen sie dem Schüler kaum mehr, sollen vielmehr dem Lehrer nur dienen, um im einzelnen zu kontrollieren, ob dem Schüler diese Tatsachen wirklich noch völlig geläufig sind. Neu ist dagegen zum Teil die Terminologie (Azimuth, Höhe – Rektaszension, Deklination – Länge, Breite im Sinne der Ekliptikkordinaten, hoffentlich von keinem Schüler mehr verwechselt mit geographischer Länge und Breite). Auch hier aber sei für die Terminologie äußerste Sparsamkeit empfohlen; denn was dem Astronomen Bedürfnis ist (erster Vertikal, Kolor usw.), ist es noch lange nicht auch dem Schüler. Und dieser hätte wieder das volle Recht, einen Lehrtext oder mündlichen Unterricht nichtig und abstoßend zu finden, der ihn mit solchen Wörtern speisen und abspeisen wollte, ohne daß er das Bedürfnis nach ihnen aus Anschauungen oder theoretischen Aufgaben verspürte. Führen solche Aufgaben nebenher auf den einen oder anderen solcher Kunstausdrücke, so ist es zu seiner Mitteilung ad hoc noch immer Zeit – wie er nach Lösung der einzelnen Aufgabe ungestraft auch wieder vergessen werden darf.

Wo der mathematische Unterricht sich auf Rechnungsaufgaben der sphärischen Astronomie einzulassen Zeit und Lust hat, mag es im Anschluß an diese drei Koordinatensysteme und ihre Beziehungen zuein-

dieser Didaktik der Himmelskunde entschuldigt, da sie vielleicht von dieser „Anmerkung“ aus nun etwas eher den Weg in die Schulzimmer findet.

ander geschehen (vgl. Stoff hierzu schon oben S. 259 ff.). Vor bloß formalistischen Aufgaben solcher Art ist ebenfalls schon oben (S. 226) gewarnt worden, nachdem gleiches im I. Band dieser Handbücher ganz allgemein allenthalben (namentlich S. 35 ff.) geschehen war.

Viel wirksamer aber als durch jedes solche Raten oder Warnen würden auch schon diese vorbereitenden Kapitel der Gefahr formalistischer Mathematisierung entrückt, wenn im unmittelbaren Zusammenhang mit den Definitionen der drei Koordinatensysteme die den ersten beiden entsprechenden Instrumente¹⁾ — der Theodolith entsprechend den Koordinaten Azimuth und Höhe, das Äquatoreal entsprechend der Rektaszension²⁾ und Deklination — den Schülern selbst vorgezeigt würden und wenn ihnen überdies ihre Handhabung gestattet werden könnte. Aber ein solcher didaktischer Wunsch mag solange wie ein nur frommer klingen, als er es sogar schon für die Übungen im Gelände innerhalb des Trigonometrieunterrichtes ist (Bd. I, S. 288); und solange speziell auch noch die astronomischen Plattformen an Schulgebäuden einstweilen zu den Ausnahmen gehören (Bd. II, S. 148; hier, S. 149, auch die Anregung, die Schüler selbst solche Apparate, wenn auch in weitgehender Unvollkommenheit, anfertigen zu lassen).

Auch die §§ 178. *Gestalt und Größe der Erde*, und 179. *das Gradnetz der Erdoberfläche*, unterscheiden sich von den schon auf der Unterstufe verarbeiteten nur durch ihre Kürze, weil es sich fast nur um die Sicherstellung von längst Bekanntem handelt, und durch einige Ergänzungen [z. B. neben der ersten Annäherung „Kugel“ die zweite Annäherung „Ellipsoid“³⁾ und das schließliche „Geoid“; letzterer Begriff mehrfach logisch interessant, nämlich erstens als ein „Individualbegriff“, zweitens weil gerade er, wiewohl die Wirklichkeit der Erdgestalt treffen wollend, doch aus naheliegenden Gründen ewig ein Individualbegriff, also gleich allen abstrakten Begriffen, wenn sie auch dem Konkreten noch nahe zustreben, hinter der Wirklichkeit zurückbleiben muß].

Die §§ 180. *Rückschreiten der Tag- und Nachtgleichenpunkte; Vorschreiten der Tag- und Nachtgleichen (Präzession)*. 181. *Zeitrechnung. Siderisches und tropisches Jahr. Zeitgleichung. Ortszeit, Zonenzeit, Weltzeit; Datum*.

1) Sie sind abgebildet innerhalb der genannten §§ 175, 176 der großen Ausgabe der „Physik“ (in der Schulausgabe „Naturlehre“ sind sie weggelassen teils zur Raumersparung, teils deshalb, weil ja doch wieder nicht die Abbildung, sondern erst ihr wirkliches Vorzeigen und womöglich ihr Gebrauch selbst durch den Schüler für die volle didaktische Wirksamkeit bürget). Die reichsdeutsche Ausgabe meiner Naturlehre von POSKE gibt einige solche Abbildungen.

2) Für die Praxis des Astronomen zunächst der Stundenwinkel. Daß oben die Rektaszension genannt wird, geschieht für Schulzwecke, wegen der dem Schüler sich leicht einprägenden Analogie zwischen den astronomischen Begriffen der AR und Deklination, den geographischen der Länge und Breite.

3) Über den leidigen Ausdruck „an den Polen abgeplattet“ vgl. o. S. 20, 88.

grenze, mögen im mündlichen Unterricht erst eine Zeitlang nach der NEWTONSchen Anziehung (die ihrerseits dem § 183, **Planeten**, erst nachfolgt) zur Sprache kommen, indem diese physikalisch eine Teilursache für das Verhalten des Äquatorwulstes und die Kreiselbewegung der Erde, diese wieder der Grund der Verschiedenheit zwischen siderischem und tropischem Jahr ist; so daß auch unsere faktische Zeitrechnung sich letztlich von der Gravitation abhängig zeigt. Innerhalb des astronomischen Gedankenganges als solchen aber schienen sie besser schon an dieser Stelle untergebracht. — Den Abschluß dieses Kapitels A) bildet dann § 182. **Messungen kosmischer Distanzen**, die mit ihren Mitteilungen über Erdweiten und Fixsternweiten auch schon weit vorgreifen über das, was KOPERNIKUS wußte, der, wie kühn er das warme Nest der antiken und mittelalterlichen Welt gesprengt hatte, doch die kosmischen Distanzen noch viel zu gering abschätzte. Es mag aber ein Vergleich der modernen Mittel zu solchen kosmischen Messungen [Venusdurchgänge der Sonne, Fixsternparallaxen] einen didaktisch wirksamen Anlaß abgeben, um die Methode KEPLERS bei seiner Festlegung der relativen Distanzen von Planetenörtern (s. u. S. 310), als der Vorbedingung für die Aufstellung der elliptischen Bahnen, dem Schüler umso näher zu bringen und bewundernswerter zu machen.

Mit dem zweiten Kapitel B) **Beschreibung der Bewegungen von Planeten und Monden** sind wir also herangerückt an das, was wir schon oben (S. 294) den Mittelpunkt der didaktischen Einheit alles astronomischen Unterrichtes des siebenten Jahrganges nannten, nämlich KEPLERS und NEWTONS Gesetze, und dem nun noch die Ausführungen des folgenden Paragraphen gelten.

§ 20. Keplers phoronomische Gesetze und Newtons dynamisches Gesetz.¹⁾

Wie an verschiedenen Stellen des vorliegenden Bandes schon angekündigt wurde, bildet den Mittel- und Höhepunkt des astro-

1) Zu dem Gegenstande des § 20 und insbesondere zu NEWTONS Gesetz sei hier der Privatlektüre vorgeschrittener Schüler das Bändchen 355 „Aus Natur und Geisteswelt“ besonders empfohlen: OPPENHEIM, „Probleme der modernen Astronomie“. Das Bändchen trägt das „Motto: Das Newtonsche Gesetz brachte eine klare und für alle Zukunft unveränderliche Einsicht in den Weltbau. KANT.“ — Das Vorwort sagt: „Im Gegensatze zu vielen neueren populären Darstellungen astronomischer Probleme, die Fragen astrophysikalischer Natur, wie die nach der physischen Beschaffenheit und Konstitution der Himmelskörper bevorzugen, verfolgt das vorliegende Büchlein das Ziel, weiteren Kreisen in gleich allgemein faßlicher Form das Verständnis für die Ergebnisse der mehr mathematischen Gebiete der Astronomie zu vermitteln, die man sonst als Probleme der Mechanik des Himmels im weitestgehenden Sinne dieser Worte bezeichnet und deren Lösung, wie bekannt, einzig auf der Anwendung

nomischen Unterrichtes innerhalb der Mechanik der Oberstufe die Lösung des uralten Rätsels der Planetenbewegung durch KEPLER und NEWTON. Es ist im Zusammenhange dargestellt in unserem „§ 21. Allgemeine Gravitation“ (Oberstufe der Naturlehre, S. 50 bis 56). Es würde hier zu weit führen, nochmals Rechenschaft zu geben über den ganzen Aufbau unserer Oberstufe, die gerade NEWTONS Gesetz auch zu einem didaktischen Höhepunkt machen zu sollen geglaubt hat³⁾. Ein Blick auf die unmittelbar vorausgegangenen „§ 20. Die irdische Gravitation (Zusammenfassung)“ und „§ 19. Kräfte bei trummlinigen Bewegungen, Zentralbewegungen“, wird auch die didaktischen Absichten hinsichtlich des zu jenem erhabenen Ziel führenden Weges ohne weiteres erkennen lassen.

Dennoch mögen, wenn auch rein gegenständlich der knappe Text des Schulbuches (und der ausführlichere der „Physik“) für sich ohne weiteres zum Lehrer und durch dessen nötigenfalls sehr viel breitere Erläuterungen auch zum Schüler sprechen wird, die folgenden didaktischen Nebenbemerkungen und Ausblicke noch nicht gegenstandslos sein; denn es scheint eben — wir müssen von unserem Standpunkte aus sagen: leider — immer noch eine gar sehr andere Methode oder Manier im Schwang, mit unseren heranreifenden Schülern vom „Gravitationsgesetz“ zu sprechen⁴⁾.

des Newtonschen Gravitationsgesetzes beruht.“ — Einleitung: Das astronomische Weltbild nach Kopernikus, Kepler und Newton. — I. Das Störungsproblem, II. Das Stabilitätsproblem, III. Das Kometenproblem, IV. Das Problem der Gestalt der Himmelskörper, V. Das Problem der Verteilung der Sterne im Raume, VI. Das Newtonsche Gravitationsgesetz. — Insbesondere dürften mehrere der auch numerisch durchgeführten Rechnungen wieder Übungsstoffe zu unseren §§ 15–17 abgeben.

2) Hierüber sagt die Vorrede zur großen Ausgabe, „Physik“, S. XIII, XIV: „Für das Erlernen der Elemente muß sich der Schüler jeweils dadurch belohnt fühlen, daß er sich bis zu einer gewissen Höhe und Freiheit der physikalischen Betrachtung emporgeführt sieht. So gipfelt unsere Darstellung der Dynamik des Punktes im engeren Sinn (§§ 15–21) im Emporführen der Einzellehren von den Galilei-Newtonschen Prinzipien bis hinauf zu dem universellen Gesichtspunkt der allgemeinen Schwere. Parallel mit diesem Fortschreiten an der Hand der Leitbegriffe α) «Kraft und Masse» führen dann die Leitbegriffe β) «Arbeit und Energie» gleichsam auf einen zweiten ebenso hohen Gipfel, nämlich zum Begriff des Potentials, zunächst des Gravitationspotentials (§ 24).“

3) Über die logischen Mängel der herkömmlichen naturwissenschaftlichen Dogmatik, die gerade an den Verkehrtheiten bei Mitteilung der Gesetze von KEPLER und NEWTON besonders empfindlich zu werden pflegten, klagte schon V. 1889: „In der VI. Klasse [sechzehntes Lebensjahr] wird gelegentlich zwar schon von der Entstehung der Planeten aus der Sonne gemäß der Kant-Laplaceschen Hypothese, nicht aber von den beschreibenden Merkmalen

Zwar dürfte es nur mehr zu den Ausnahmen gehören, daß unsere Physiklehrbücher es für nötig halten, schon innerhalb der

geredet, durch die sich ein Planet von einem Fixstern unterscheidet, geschweige denn daß die Schule den Schüler nunmehr aufgefordert hätte, sich Fixsterne und Planeten selber anzusehen – und so wird denn endlich eines schönen Tages in der VII. Klasse gelehrt: «§ 34. Zentralbewegung. Wenn auf einen Körper A ein anderer C so einwirkt, daß usw. – Die Sonne wirkt auf die Planeten so ein, also „müssen“ sich die Planeten so bewegen, daß die von der Sonne gezogenen Radiusvektoren in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume durchstreichen usw.» Aus Newtons Gravitationsgesetz, dessen Formel $K:K_1 = \frac{Mm}{r^2} : \frac{M_1m_1}{r_1^2}$ schon auf S. 5 unter dem Titel der «Allgemeinen Eigenschaften»

angeführt worden war, werden also die Keplerschen Gesetze «bewiesen» – unter völliger Verkehrung jeder logischen und historischen Ordnung. Vorläufig noch ganz abgesehen von dem Unheile in logischer Beziehung, das eine solche Verkehrtheit in den Köpfen anrichtet, die sich durch den Physikunterricht das induktive Denken angewöhnen und nicht durch Vorführung eines erschlichenen deduktiven Lehrganges geradezu abgewöhnen sollen: muß denn aber nicht, um beim Nächstliegenden zu bleiben, ein Schüler, der halbwegs gewöhnt ist, mit seinen Worten Vorstellungen zu verbinden, beim rein dogmatischen Nachbeten des Satzes: «Die Planeten bewegen sich in Ellipsen usw.» auf den Gedanken kommen, er könnte die Ellipsen am Himmel sehen*), wenn er überhaupt „die Planeten sehen“ könnte? – Unser Unterricht in der herkömmlichen Anordnung tut wenigstens nicht das Ausreichende gegen solche ganz gröbliche Mißverständnisse; denn mit der bloßen, ebenfalls rein dogmatischen Bemerkung: «Man sieht am Himmel solche Ellipsen nicht, sondern Bahnen, welche der Ekliptik nur nahe liegen, sie in zwei 'Knoten' schneiden» usw. – sind dem Schüler wieder nur leere Wörter geboten, weil er, wie gesagt, kaum von dem Fixsternhimmel, auf welchen er alle diese Bewegungen projizieren müßte, und daher auch nicht von der Ekliptik eine Vorstellung hat; und noch weniger von «recht-» und «rückläufigen» Bewegungen längs dieser Bahnen, weil, wie eine einfache Umfrage zeigen würde, unter hundert Gebildeten (in- oder exklusive der Gymnasiasten) kaum einer eine Ahnung hat, daß und warum die Astronomen just die Bewegung von West über Süd gegen Ost (nicht die des täglichen ost-westlichen Sonnen- und Sternlaufs in bezug auf die Erde) als »rechtläufig« bezeichnen.“ – So V. 1889.

Unter dem Jahr für Jahr sich erneuernden Druck dieser logisch-didaktischen Unmöglichkeiten habe ich dann eigenmächtig (gegen die damaligen Lehrpläne, wofür ich vom Schulinspektor in den Achtzigerjahren angeschrien wurde: „Dazu haben Sie kein Recht!“) – mit Aufwand etwa eines Monats (denn von der Unterstufe brachten ja die Schüler der VII. Klasse, gemäß den damaligen Lehrplänen, soviel wie nichts an astronomischen Vorkenntnissen

*) Im „Sprechsaal“ der Zeitschrift „Himmel und Erde“ (herausgegeben von der Gesellschaft „Urania“ Berlin 1889, I. Jahrg. Heft 4, S. 261) muß der Redakteur einem Herrn Dr. J. F. in Budapest auf das Bedenken: „Sind die planetaren Umlaufbahnen in der Tat elliptisch und ist die Ellipse in der Tat so unwiderstehlich nachgewiesen, daß ein anständiger Mensch sich schämen muß, diese Frage zu stellen?“ – erst die Versicherung geben, daß die „Planetenlaufbahnen uns von der Erde aus gesehen weder elliptisch noch kreisförmig, sondern als sehr verwickelte . . . Linien erscheinen“ usf.

„Allgemeinen Eigenschaften“ (deren zweihundertjähriges Ansehen freilich NEWTON selbst verschuldet hat) sogleich etwa auf einer Seite 5 auch ohne weiteres Newtons Gravitationsgesetz $f = \kappa \frac{Mm}{r^2}$ hinzuschreiben – völlig unbekümmert darum, daß den Schülern vor jedem systematischen Unterrichte der Mechanik überhaupt jeder exakte Kraft- und Massenbegriff noch fehlt; ganz zu schweigen davon, daß von den Erkenntnismitteln, durch die man zu jenem Gesetz gelangt ist, natürlich erst recht nicht schon an der Spitze einer Physik die Rede sein kann.

Noch nicht ebenso überwunden aber ist die logische Ungeheuerlichkeit, daß man Anfängern in wissenschaftlicher Physik im angeblich systematischen Fortgang der Mechanik zuerst das Newtonsche Gesetz mitteilt und aus ihm dann die Keplerschen Gesetze deduziert!') Ein ὕστερον πρότερον ungeheuerlichster Art zunächst in historischer Hinsicht: als ob nämlich KEPLER nicht dreiviertel Jahrhundert vor NEWTON gelebt hätte – und um so mehr in logischer Hinsicht: als ob eben nicht gerade die KEPLERSCHEN Gesetze den notwendigen (und zusammen mit der GALILEI-NEWTONSCHEN allgemeinen Dynamik erst auch den ausreichenden) Erkenntnisgrund für die Aufstellung des NEWTONSCHEN Kraftgesetzes gegeben hätten! Mindestens die halbe Logik er-

mit) – vor dem Newtonschen Gesetz das mir nötig Scheinende aus Astronomie vorgenommen. – Dieses so von mir Erprobte habe ich dann in dem (von Dr. I. KRAUS angeregten, von EDUARD MAISS und mir gegründeten) Wiener Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts im Jahre 1900, als neue Lehrpläne und Instruktionen in Aussicht standen, in Form einer Resolution dargelegt: Es möchte wenigstens gestattet oder lieber empfohlen werden, daß vor dem Gravitationsgesetz das Nötige über die Planeten am Himmel behandelt werde. Diese Resolution wurde von den etwa hundert anwesenden Mitgliedern des Vereins einstimmig angenommen. – Die gegen-
teilige Ansicht faßte ein Gast des Vereines (von dem es dann gerüchweise hieß, er sei mit der Abfassung der damaligen mathematischen Lehrpläne betraut worden) in die denkwürdigen Worte:

„In der Siebenten definiere ich die Planeten als Kreidepunkte“ ...
– Vgl. oben S. 278.

1) Nachmals freilich wird es für den physikalisch und auch mathematisch gereiften Schüler überaus lehrreich sein, ihn beide Wege gehen zu lassen: Zuerst den induktiven von KEPLER zu NEWTON, von der Beschreibung zur Erklärung (mathematisch den des Differenzierens, d. h. des Ableitens der Beschleunigung aus Geschwindigkeit und Weg-Zeit-Gesetz), hinterher aber auch den deduktiven von NEWTON zu KEPLER, vom allgemeinen Kraftgesetz zur speziellen Bewegung (den des Integrierens, nämlich aus der Beschleunigung die Geschwindigkeit und Bahnform). Ich pflegte in unserem wahlfreien Unterricht, I. Bd. § 46, das als Krönung unserer wahlfreien Differential- und Integralrechnung mit den wenigen Auserwählten durchzuführen.

scheint hier auf den Kopf gestellt; denn das Verhältnis von Erkenntnisgrund und Realgrund (πρότερον πρὸς ἡμᾶς, πρότερον τῇ φύσει) bildet ja wieder so recht die *pièce de résistance* aller Logik als solcher¹⁾. Doch genug solcher allgemeinen Klagen und Anklagen in dieser besonderen Sache.

Wäre aber einmal anerkannt, daß ein Physikunterricht die ihm von den Meraner Vorschlägen schön zugesprochene Aufgabe:

„Grundsatz 2. Die Physik als Unterrichtsgegenstand ist so zu betreiben, daß sie als Vorbild für die Art, wie überhaupt im Bereiche der Erfahrungswissenschaften Erkenntnis gewonnen wird, dienen kann“ (Gesamtbericht der Unterrichtskommission v. GUTZMER, S. 99) – und „daß auch an den Gymnasien wenigstens in einem naturwissenschaftlichen Fache, nämlich in der Physik, der volle Bildungswert der Naturwissenschaft unverkürzt zur Wirkung gelange“ (ebenda S. 116)

kaum an einem anderen Einzelgegenstand in so monumentaler Weise verwirklichen kann, als an dem Verhältnis der Keplerschen Beschreibung und der Newtonschen Erklärung, so ergeben sich angesichts der gegenständlich fest umgrenzten Aufgabe folgende didaktische Gebote: vor allem die drei beschreibenden Gesetze KEPLERS dem Schüler nach der schließlichen

1) Vgl. meine Logik § 58 über die Begriffe „Grund und Folge, Satz des zureichenden Grundes“ usw. –

Sehr viel anspruchsloser in logischen Dingen, als es oben vorausgesetzt und erhofft wurde, ist freilich das in Österreich seit Jahrzehnten fast allein herrschende Lehrbuch der Physik, das noch in einer „zwölften, umgearbeiteten Auflage“ (1900, S. 39) schrieb:

„§ 41. Keplersche Gesetze. *Nach den Lehren der Astronomie* umkreist der Mond unsere Erde; die Erde selbst und die anderen Planeten bewegen sich um die Sonne, und zwar *nach Gesetzen, die von JOHANNES KEPLER (1571–1630) in den Jahren 1609 und 1618 aufgestellt wurden.*“

Hatte durch diese sonst seltsam klingenden Worte, die wir uns durch *Kursiv* hervorzuheben erlaubten, der Schüler etwa in das ungeheuerere Paradoxon KANTS eingeführt werden sollen, daß „sich die Natur nach den Gesetzen richte, die ihr der menschliche Verstand vorschreibt?“ – In der 14. Aufl. desselben Buches (1910, S. 383) heißt es etwas besser: „Während [?] KOPERNIKUS annahm, daß die Erde und die anderen Planeten um die Sonne kreisförmige Bahnen beschreiben, hat JOHANNES KEPLER (1571–1630), gestützt auf Beobachtungen, die TYCHO BRAHE bezüglich des Planeten Mars anstellte, die Tatsache abgeleitet, daß diese Bahnen elliptische seien. *Er hat die nach ihm benannten Gesetze der Planetenbewegung aufgestellt* und so die Grundlagen der heutigen Astronomie geschaffen. KEPLER gelangte zu seinen Gesetzen auf Grund der Beobachtung.“

Die von KEPLER aufgestellten Gesetze lauten: 1. Die Planetenbahnen sind Ellipsen“ usw.

Tragweite jedes einzelnen, dann aber auch nach ihrer Herkunft voll verständlich und vertraut zu machen. Und erst dann innerlich wie äußerlich (zu welch letzterem jene dreivierteil Jahrhundert die unverkennbare Zäsur liefern) klar und scharf abgegrenzt aus den KEPLERSchen Prämissen den NEWTONSchen Schluß!

Klar und scharf abgegrenzt – was aber im Unterricht doch nicht ausschließt, sondern geradezu erfordert, daß die Keplerschen Gesetze unmittelbar herangerückt werden an das Newtonsche Gesetz; wie es in unserem § 21 der „Naturlehre“ geschehen ist. Gliedern wir aber nochmals auch in den folgenden didaktischen Bemerkungen den Inhalt der beiderlei Gesetze:

A. Zu Keplers Gesetzen: Es besteht bekanntlich nicht Einhelligkeit darüber, welches der beiden Gesetze, das Bahnformgesetz der Ellipsen, oder das Geschwindigkeitsgesetz der Flächenräume, man als „erstes“ und „zweites“ Keplersches Gesetz bezeichnen soll. Eines der historischen Kuriosa, an denen ja die Geschichte des Keplerschen Suchens und Findens so reich ist¹⁾, ließ ihn nämlich die allgemeine Gleichheit der Flächenräume aus nur je zwei Spezialwerten, für Perihel und Aphel, früher erraten, als er (nach langen Irrungen) die Ellipsenform gefunden hatte. Dennoch dürfte dieser historische Zufall kein ausreichender Grund sein, die logisch natürlichere Numerierung: das Ellipsengesetz als erstes, das Flächenraumgesetz als zweites, umzukehren.

Viel wichtiger aber ist die Frage, wie denn KEPLER sein Ellipsengesetz überhaupt hat finden können? – Auch wenn wir voraussetzen wollen, daß unsere Schüler über beschämende Mißverständnisse wie das (S. 306 Anm.) angeführte, daß man ja am Himmel doch keine Ellipsen, sondern nur die Schleifen und Zacken der Planetenbahnen sehe, dank einem nicht ganz unbesonnenen Unterricht glücklich hinaus seien, bleibt es doch immer noch beschämend, wenn der Unterricht auf jene Frage „Wie fand KEPLER seine Ellipsen?“ gar nichts zu antworten weiß – ja vielleicht die Schüler gar nicht einmal so weit gebracht hat, daß sie neugierig solche Fragen selber aufwerfen.

Die Antwort auf jene Frage gibt die Leitaufgabe 221 der „Physik“, und der Lehrer möge (wie oben, S. 297, bei LA 220) entscheiden, ob sie für unsere Schulzwecke wirklich zu schwierig oder fernliegend sei.

1) Vgl. den oben (S. 300) angeführten Aufsatz „Keplers Schwabenstreiche“.

„Zu 1“. In ebenfolchen Dreiecken $SM'E_2'$... ist nunmehr die Seite SE_2' bekannt, und es kann SM' ... (ebenso SM'' , SM''' ...) nach Länge und Richtung berechnet werden, wodurch die Bahn des Mars in bezug auf die Sonne festgelegt ist. — Dabei werden möglichst viele aufeinanderfolgende Oppositionen und, wo für diese selbst keine Beobachtungen vorliegen, interpolierte Werte benutzt. Das Beobachtungsmaterial entnahm Kepler zum bei weitem größeren Teile den Aufzeichnungen Tycho's, der den Mars durch mehr als 20 Jahre (1576—1597 auf der „Uranienburg“) beobachtet hatte.

Aber selbst angenommen, es empfehle sich nicht, daß man die vorstehende, vom trigonometrischen Standpunkte mehr als einfache Keplersche Fundamentalaufgabe gelegentlich einer mathematischen Stunde behandle, oder daß man sie doch nicht für alle Schüler obligat mache, sondern wahlfrei für die „Vertrauensmänner“ (s. o. S. 235); so ist es doch mehr als nur wünschenswert, wenigstens jene vielgenannten „Schleifen und Schlingen“, aus denen KEPLER seine Ellipsen errechnet hat, allen Schülern nicht nur in Erzählungen und Schilderungen, sondern — nachdem sie hinreichend viele Positionen am Himmel selber gesehen haben — in Zeichnungen vorzuführen. Solche bringt die Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. seit dem Jahre 1891 auf Anregung und in Ausführung von M. KOPPE; seit dem Jahre 1893 liefert der Verlag (Springer, Berlin) Sonderabdrücke auch für Schüler, und zwar seit den letzten Jahren in besonders handlicher Form mit einer für die Schüler bestimmten Erläuterung. Es fehlt also jetzt nichts mehr, um im Unterricht zu verwirklichen, was viele Jahre hindurch u. a. auch dem Schreiber dieser Zeilen ein damals fast unerreichbares Desiderium¹⁾ für einen nicht bloß verbalen Unter-

1) Es haben damals einige Schüler aus dem astronomischen Kalender der Wiener Sternwarte die Zahlangaben der Planetenpositionen auf Millimeterpapier übertragen und so die Zeichnung wenigstens der einen oder anderen Zacke und Schleife zuwege gebracht; allerdings mit nicht ganz geringer Mühe, denn der Laie „sieht's“ ja den Zahlenkolonnen nicht sofort an, wo sie eiförmige und wo sie verschlungene Teile der Planetenbahn geben. Später, vom Erscheinen der Koppeschen Karten an, wurde eine Reihe von Jahren hindurch die Marsbahn auf einem langen, von Jahr zu Jahr durch Ankleben verlängerten Streifen von einigen Freiwilligen, die sich dazu immer gern meldeten, im Maßstab 1 : 10 aufgezeichnet; dazu auf einem durchscheinenden Papier der ganze Tierkreisgürtel, der die erste Figur in der jährlichen Koppeschen Karte bildet. Diese gegen 5 m lange Rolle wurde vor dem 4 m langen Experimentiertisch aufgestellt, hinter sie jener Marsbahnstreifen gehalten, und angesichts dieser Anschauungsmittel wurde nun das Weitere „*De motibus stellae Martis*“ besprochen. — So fand sich in der physikalischen Sammlung des Theresianischen Gymnasiums im Laufe der Jahre noch manches von braven Schülern beigezeichnete Anschauungsmittel zusammen. Es ist mir schmerzlich, über all

richt in der Lehre von den Planeten gewesen war. Machen aber Lehrer und Schüler von diesem Lehrmittel auch schon halbwegs allgemeinen Gebrauch? Auch ein Problem der experimentellen und statistischen Pädagogik; sein Ergebnis gehörte leider mit nur kleinen Abstrichen wieder in unseren „§ 2. Klagen und Anklagen.“

Es wird sich empfehlen, an dieser Stelle den Auszug aus einem Vortrag von M. KOPPE unverändert wiederzugeben¹⁾:

Herr KOPPE (Berlin) sprach [1894] über „Astronomische Karten für geozentrische Planetenbahnen und Finsternisse“.

„Die Lehren der mathematischen Geographie oder Astronomie werden noch vielfach als toter Gedächtnis- und Formelkram auf den Schulen behandelt. Die höchsten und letzten Gesetze werden unvermittelt mitgeteilt, ohne von den angeschauten Erscheinungen eine Brücke zu diesen hin zu bauen, die sinnliche Wahrnehmung wird gering geschätzt und als unwahr ausgegeben. Wie wenige Menschen, welche sich die Verse: *Sunt aries taurus gemini etc.* haben einprägen müssen, können die Objekte der hergesagten Namen am Himmel wenigstens teilweise bezeichnen? Legte man den Wert auf die Dinge statt auf die Namen, so hätte sich längst die angeführte Reihenfolge in die richtige verwandelt: Fische, Widder, Stier — Zwillinge, Krebs, Löwe — usw. Wer aber diese Sternbilder nicht kennt, weiß von umherschweifenden Planeten nur vom Hörensagen und als Symbolen mathematischer Rechnungen und Figuren; kann er dann wirklich mit wahrem Interesse und Verständnis sich auf den Standpunkt des KOPERNIKUS versetzen, um die Unregelmäßigkeiten des Hin- und Herschwankens der Planeten verschwinden zu sehen? Nicht häufig dürfte sich unter den Menschen die geistige Veranlagung eines LEVERRIER finden, der sich nie die Mühe genommen haben soll,

diese Dinge heute nur mehr schreiben zu dürfen; und darum möge der Leser diese bis ins einzelne gehenden Erinnerungen freundlich entschuldigen. Er findet in Anhang II einige weitere Proben davon, wie sich all das in den übrigen Unterricht eingefügt hat.

1) Zumal da der Jahrgang VII (1893/94) unserer Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr., in dem dieser Auszug (S. 50–55) veröffentlicht war, längst vergriffen ist. [Erst während des Druckes wurden dieser Jhrg. VII und einige andere Jahrgänge der Ztschr. durch anastatischen Abdruck seitens des Verlags Springer wieder zugänglich gemacht.] Wiewohl KOPPEs Vortrag über das besondere Kapitel Planetenbewegungen nach verschiedenen Richtungen hinausgeht, werden sowohl die einleitenden allgemeinen Betrachtungen (wieder „Klagen und Anklagen“) wie zahlreiche Anregungen im einzelnen allgemein willkommen sein.

Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. M. KOPPE zu danken für die im Vergleich zur jährlichen Planetentafel der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. nach meinen Vorschlägen wesentlich bereicherte, bei S. 320 folgende Doppeltafel; sie geht über die der 2. Auflage meiner Oberstufe der Naturlehre (1910) beigegebene insofern hinaus, als mehrere Planetenbahnen bis 1916 fortgesetzt wurden; ferner durch den graphischen „Kalender der Finsternisse“ u. dgl. m.

den von ihm errechneten Neptun im Fernrohr zu betrachten. Die Sterne sind vielfach willkürlich zu den Figuren der Sternbilder zusammengefaßt, dies gibt jedem Sternbild individuelle Züge und erleichtert das Auffassen, es ist durchaus nicht mit HERSCHHEL zu wünschen, daß man die Schlangen und Drachen vom Himmel vertriebe, um eine uniforme Einteilung in die Felder eines modernen Koordinatennetzes an ihre Stelle zu setzen. Die seit 20 Jahren wieder ziemlich verbreiteten drehbaren Sternkarten für eine bestimmte geographische Breite sind ein sehr empfehlenswertes Hilfsmittel, um die Sternbilder kennen zu lernen, da das Auffinden erleichtert wird, wenn man außer der Gestalt eines Bildes auch seine augenblickliche Orientierung zum Horizont kennt. Weit mehr jedoch als die käuflichen drehbaren Sternkarten leistet eine (in der Sitzung vorgelegte) Vorrichtung, die im wesentlichen mit dem Astrolabium des HIPPARCH, dem Vorbilde der drehbaren Sternkarten, übereinstimmt. Die gewöhnlich den Horizontausschnitt tragende Scheibe war durch einen in einem Rahmen ausgespannten Bogen durchscheinenden Papierees ersetzt, welcher nicht nur den Horizont, sondern auch das zugehörige Netz der Kreise konstanter und wachsender Höhe (Almukantare und Höhenkreise) enthielt, so daß man, nach leichter Einstellung für Tag und Stunde, die Höhe und das Azimut jedes Sternes ablesen, ihn daher auch bei sehr beschränkter Aussicht, z. B. von engen Straßen großer Städte aus identifizieren kann. Die durchsichtige Scheibe war zugleich noch mit einer Erdkarte versehen, die auf der Annahme eines bis an die Himmelskugel vergrößerten Erdballes beruhte. Dadurch konnte man zu jedem Gestirne den Erdort angeben, für welchen es gerade im Zenit stand, und die Ausdehnung der Sternbilder an der Himmelskugel mit denen der Erdteile auf dem Erdball vergleichen.

„Diese eine drehbare Sternkarte kann jeden möglichen Anblick des Himmels darstellen, aber nicht ohne unbequeme Verzerrung; denn die Aufnahme nach stereographischer Projektion muß hier vom Südpol eines gedachten Himmelsglobus aus erfolgen. Sollten dagegen die vier Quadranten des Horizonts im Bilde gleich groß erscheinen, so müßte die Projektion vom Nadirpunkt jener Himmelskugel erfolgen; dann sind aber die Karten, welche von Stunde zu Stunde den Anblick des Himmels darstellen, nicht mehr kongruent und nicht durch Drehung ineinander überzuführen. (Es war eine vollständige Reihe von 24 solchen Karten mit Horizontnetz ausgelegt.) Die einzige in ihnen noch vorhandene Verzerrung besteht darin, daß der Maßstab der Sternbilder vom Zenit nach dem Horizont hin auf das Doppelte wächst, doch ist dies nicht störend, da wir durch unbewußtes Urteil die Sternbilder nicht an eine Halbkugel, sondern an ein flaches Gewölbe versetzen, so daß die tief stehenden erheblich vergrößert erscheinen.

„Da es allbekannt ist, daß man Reisen rings um den Erdball angestellt und denselben Himmel überall wiedergefunden hat, so ist es nicht

zu empfehlen, die Himmelserscheinungen längere Zeit in absichtlicher Beschränkung auf die vom Heimatsort aus möglichen Wahrnehmungen zu behandeln.¹⁾ Ein einfacher Apparat, um die tägliche Drehung für jeden Erdort darzustellen, wurde vorgezeigt. Durch den Hals eines kugelförmigen Glaskolbens von 1 dm Durchmesser war mittelst eines durchbohrten Korkes ein Glasstab bis zur Mitte geführt, der dort eine kleine, mit den fünf Erdteilen bemalte Kugel von 1 cm Durchmesser trug. Ergreift man den herausragenden Teil des Glasstabes mit der einen, den Kolbenhals mit der anderen Hand, so kann man den Kolben und die Erdkugel gegeneinander um den Glasstab als Achse drehen. Der Kolben war zur Hälfte mit Wasser gefüllt, dessen Spiegel bei jeder Lage den Horizont des aus der Wassermasse gerade hervortauchenden Erdortes angab. An der äußeren Fläche des Kolbens waren die Sternbilder durch bunte Oblaten angedeutet, welche auf der Innenseite, von der Erde aus lesbar, die Namen trugen. Längs des Äquators und der Ekliptik waren Gummibänder ausgespannt. Man ist hiermit imstande, das Auf- und Untergehen der Gestirne für die *sphaera recta, parallela* und *obliqua* darzustellen, wenn man die Glaskugel um den festgehaltenen Glasstab dreht. Auch der Übergang zu der Drehung der Erde im festen Himmelsgewölbe ergibt sich von selbst.

„Die Sternbilder geben die festen Marken, nach denen man die Bewegungen der Planeten und des Mondes abschätzt. Solche Beobachtungen mit freiem Auge sind unerlässlich, denn hieraus, nicht aus unübersehbaren Zahlentabellen, wie sie angeblich populäre Schriftsteller heute bieten, sind unsere Vorstellungen über die Planetenbewegung auf die einfachste Art erwachsen. Jene Zahlentabellen werden obendrein nicht den Beobachtungen, sondern in voller Genauigkeit den Ephemeriden entnommen und oft durch Figuren erläutert, welche die Bewegungen in verkehrtem Sinne darstellen. Zahlen von moderner Genauigkeit führen aber gar nicht zu den einfachen elementaren Bewegungen, wie die Keplerschen Gesetze sie verlangen, sondern lassen alle die kleinen Abweichungen erkennen, die den Anfänger nur verwirren würden. Eine Anleitung zur Beobachtung der Planetenbewegung bietet die jetzt zum drittenmal der Poskeschen Zeitschrift beigegebene Karte der beweglichen Gestirne für je ein laufendes Kalenderjahr. Man erkennt hier mit einem Blick die Hauptzüge der Bewegungen besser als durch lange Beschreibungen und kann auch schwer sichtbare Planeten, wie Uranus und Neptun, durch ihre Lage gegen die benachbarten Fixsterne nach den Angaben der Karte am Himmel mittels eines Krimstechers auffinden. (Zur Zeit des Vortrags war das nahe Zusammen-

1) Dies widerspricht nicht unserer in §§. 6, 7 vertretenen Forderung, da diese doch für allererste Anfänger ausgesprochen ist, denen noch nichts „allbekannt“ ist.

stehen von γ virginis und Saturn bemerkenswert, die durch das bloße Auge nicht getrennt werden konnten.)

„Derselbe Gedankengang, durch den man die ungleichförmige Bewegung eines hin- und herschwingenden Pendels auf eine einfachere Bewegung zurückführt, indem man es als Projektion eines konischen Pendels¹⁾ betrachtet, dessen Annäherung an den Ort des Beobachters und Entfernung unbemerkt bleiben, führt zu der Ptolemäischen Beschreibung der angeschauten Planetenbewegung; zu der deutlich sichtbaren Bewegung seitwärts, d. h. im Sinne der Länge, wird noch eine Bewegung in die Tiefe, in Richtung des Fahrstrahls, hinzugedacht, von der man ohne Fernrohr in der veränderlichen Helligkeit manches Planeten schwache Anzeichen bemerkt hat. Das Ptolemäische System wird meist sehr oberflächlich und geringschätzig behandelt. Sehr mit Unrecht. Denn wer sich einmal über den Sinn der Verzeichnisse von Elementen der Planetenbahnen klar werden will und daher den scheinbaren Planetenlauf am Himmel nach Keplers Gesetzen verfolgen will, ist gezwungen, das Ptolemäische System wieder aufzurichten. Man hat zu diesem Zwecke zunächst den Ort des Planeten und der Erde für die gegebene Zeit in ihren Bahnen um die Sonne zu bestimmen. Will man aber eine elliptisch gezeichnete Planetenbahn nach dem Flächensatz einteilen, so steht man vor einer nicht zu bewältigenden Aufgabe. Die einzige Kurve, die man wirklich beherrscht, ist der Kreis. Es ist daher der Satz sehr erwünscht, daß schwach exzentrische Planetenbahnen von den über der großen Achse beschriebenen Kreisen fast gar nicht in ihrem Verlaufe zu unterscheiden sind, und daß die Bewegung, von dem zweiten Brennpunkt der Ellipse betrachtet, nahezu gleichförmig erscheint. Es wurde eine Reihe von Karten großen Formates vorgelegt, in denen nach dieser angenäherten, für graphische Darstellung völlig ausreichenden Konstruktion die heliozentrischen Bahnen der Planeten, von Merkur bis Neptun, für das laufende Jahrzehnt, für Saturn für einen vollen Umlauf, gezeichnet und nach Zeit eingeteilt waren. In jede Karte war noch die Bahn der Erde um die Sonne auf dieselbe Art eingezeichnet. Legt man nun einen Bogen Pauspapier, von dessen Mitte O eine Achse OX ausgeht, so auf die Karte des Planetenlaufs, daß O einen Erdort bedeckt, und OX der festen Richtung nach dem Frühlingspunkte parallel liegt, so kann man den aus der unteren Karte durchscheinenden gleichzeitigen Planetenort auf dem Pauspapier nachzeichnen. Vollzieht man dies für alle Zeitpunkte, indem man den aufgelegten Bogen ohne Drehung von einem Erdort zum nächsten verschiebt, so bilden die durchgezeichneten Planetenörter die relative, auf die Ebene der Ekliptik projizierte Bahn des Planeten, die einer Epizykloide ähnlich ist. Auch die nicht unmittelbar gegebene Breite läßt sich leicht ergänzen, so daß man die ausrei-

1) Vgl. unten S. 323, Abb. 64.

chende Grundlage für die oben erwähnte Karte der scheinbaren Bahn am Himmel erhält. Heute sind solche Darstellungen sehr selten zu finden. Sie kommen vor in NEWCOMB-VOOBLS *Astronomie*; aber die Zeit, für die sie gelten und eingeteilt sind, ist eine weit entlegene. Sie sind wahrscheinlich verkleinerte Kopien aus DOPPELMAYERS Sternatlas (Nürnberg 1742) und nicht direkt dem Original, sondern ARAGOS „*Astronomie populaire*“ entnommen.

„Diese Kurven, die gleichfalls für die oben genannten Planeten und Zeiträume ausgeführt waren und vorgelegt wurden, zeigen alle Fahrstrahlen, die man von jedem Erdort nach dem zugehörigen Planetenort ziehen kann, von einem festen Punkte aus, in den sich der Beobachter versetzt, nach Größe und Richtung abgetragen. Man kann sie mithin auch dadurch erhalten, daß man von jedem Planetenort eine Linie zieht, welche nach Größe und Richtung die gleichzeitige Entfernung von der Erde zur Sonne darstellt, besonders ist dies für die entfernteren Planeten, wie Jupiter, Saturn, Neptun empfehlenswert, da für sie diese Verschiebung im Verhältnis zu den Dimensionen der Bahn ziemlich klein ausfällt. Für diese ist es dann auch nicht nötig, die Erdbahn in der oben erörterten Weise genau mit Rücksicht auf die exzentrische Stellung der Sonne einzuteilen. Dann ist aber die definitive Karte weiter nichts als die Kombination zweier Kreisbewegungen: eine die Erdbahn nachbildende Kreisscheibe wird von einem Punkt der heliozentrischen Planetenbahn zum anderen verschoben, und ein wandernder Punkt des Scheibenumfanges stellt nach und nach alle geozentrischen Planetenörter dar. So sind wir fast genau zu der Ptolemäischen Darstellung gekommen, die man am einfachsten aus dem *Astronomicum Caesareum* kennen lernt, das APIANUS seinem Schüler, dem Kaiser Karl V., widmete, einem Atlas, der für jeden Planeten eine mehrschichtige Karte enthält. Die einzelnen Schichten enthalten in der Mitte teils runde Ausschnitte, teils dazu passende scheibenförmige Verdickungen und sind dadurch sehr sicher und einfach gegeneinander zu drehen. Die unterste und die darauf liegende Schicht tragen an ihrem kreisförmigen Rande Einteilungen, auf denen Jahrhunderte, resp. Jahre und Monate angegeben sind. Man kann so z. B. den Jupiter durch Drehung der zweiten Scheibe um das „*Centrum mundi*“ auf den mittleren heliozentrischen Planetenort *J* einstellen, der bei APIAN als „*Centrum epicycli*“ erscheint. Durch Drehung des dritten Blattes um einen vom *Centrum mundi* nur wenig entfernten Drehpunkt, das „*Centrum deferentis*“, den wir als Mittelpunkt der heliozentrischen Bahnellipse auffassen würden, läßt sich der Ort so korrigieren, wie es die Gleichmäßigkeit der Bewegung um das *Centrum aequans* (d. h. zweiter Brennpunkt der Ellipse) erfordert. Endlich trägt die oberste Scheibe noch eine kleine, um *J* drehbare Scheibe (nämlich die Erdbahn), auf deren Umfang ein Punkt *J'* nach gehöriger Einstellung den geozentrischen Planetenort darstellt. Mit Hilfe dieses „Instru-

mentum“, welches in einer Nachbildung gezeigt wurde, kann man den Ort des Jupiter für jedes historische Datum auf Grade der Länge genau angeben. — Bemerkenswert ist noch die Nebenkarte, durch die APIANUS auch die geozentrische Breite bestimmt. Letztere ist eine Funktion der gleichzeitigen Länge der Erde und des Planeten. Die eine dieser Größen wird als Fahrstrahl, die andere als Winkel eines Polarkoordinatensystems gedeutet, und es werden in diesem alle die Punkte durch eine Kurve verbunden, für welche die Breite einen bestimmten Wert hat. Das ist dieselbe graphische Darstellungsart einer Funktion von zwei Variablen, die jetzt vielfach z. B. für die Isohysen, Isothermen, Isobaren Verwendung findet.

„Wer heute ausgerüstet mit weitgehenden mathematischen Kenntnissen sich über die Vorausberechnung von Finsternissen eine Anschauung zu bilden sucht, wird viele moderne Bücher vergeblich aufschlagen. Wenn jene Aufgabe, die im grauen Altertum zur Erprobung mathematischen Scharfsinnes diente, auch heute noch manchen zu mathematischen Studien treibt, so wird sich die Hoffnung, auf diesem Wege das Ziel zu erreichen, den meisten als trügerisch erweisen. Die Rechnungsvorschriften der sphärischen Astronomie, die mit Beachtung der Abplattung der Erde durch eine Menge von Hilfsgrößen den Eintritt der Finsternis für einige Erdorte bis auf Sekunden berechnen, sind undurchsichtig und verhüllen den einfachen Kern der Sache. Auch erreicht man damit nur, daß der Verlauf der Finsternis aus der gegebenen Bewegung von Sonne und Mond abgeleitet wird. Aber diese Bewegungen selbst aus einfachen Daten zu finden, wenn auch nicht mit der Genauigkeit der neuesten Sonnen- und Mondtafeln, wäre gerade der Hauptteil der Aufgabe. ISRAEL-HOLTZWART gibt sich in seinem recht lehrreichen, den Wert der Anschauung leider ganz verkennenden Buche den Anschein, als führte er den Leser auf einfachem Wege zum Ziele, nämlich der Berechnung einer Finsternis aus gegebenen Elementen; er läßt ihn aber nach vielen Kreuz- und Querwegen mitten im Dickicht der Formeln vor den verwickeltsten Näherungsrechnungen stehen, damit er nun selbst sehe, wie er durch eine Finsternis aus dem peloponnesischen Kriege hindurchkomme. Die populären Bücher beschränken sich, wenn sie weit gehen, auf die Figur, welche den Verlauf einer Mondfinsternis allgemein, den einer Sonnenfinsternis für den Anblick vom Mittelpunkt der Erde darstellt. Wie man durch Zeichnung auch den Verlauf für die ganze Erdoberfläche darstellen kann, erfährt man nicht. Auch WOLFS Darstellung, im Handbuch der Astronomie, die durch vielfache Hinweise anregend wirkt, kann nicht genügen, da die stereographische Projektion, die zur genauen Bestimmung der Finsternis unentbehrlich ist, nicht klar auseinandergesetzt ist. Man muß bis auf LAGRANGES Abhandlungen über den Venusdurchgang zurückgehen, um eine durchsichtige, die wesentlichen Gesichtspunkte hervorhebende Behandlung der Finsternisse und Bedeckungen zu finden.

Geht man noch weiter zurück, so ergibt sich auch LAGRANGES Parallaxenmethode als eine mathematisch elegante Umformung einer noch älteren, der Projektionsmethode, die der Natur der Aufgabe am meisten entspricht. Sie wird in LAMBERTS „Beiträgen zur Mathematik und deren Anwendungen“ benutzt. LAMBERT, der als Autodidakt zur Mathematik und Astronomie gekommen war, beklagte schon für seine Zeit, daß die Astronomen nur noch für Astronomen schrieben und daß sie den Nutzen des Zeichnens, den er als Baumeister kannte, nicht würdigten, sondern stets verwickelte Rechnungen anwendeten. Dadurch sei es gekommen, daß die Kenntnisse der Gebildeten über Finsternisse und Mondlauf viel geringer seien als ehemals, wo man nach leichten zyklischen Rechnungen ganz gute Resultate erhalten habe. (Es wurden mehrere Karten vorgelegt, welche nach der Projektionsmethode die Sonnen- und Mondfinsternisse der letzten Jahre aus den Elementen, die zunächst den Jahrbüchern entnommen waren, graphisch darstellten. Sie zeigten die allmählich sich ändernde Gestalt des verfinsterten Gestirnes, das auf der Erde sich fortschiebende Finsternisgebiet und das dadurch entstehende Gesamtgebiet der Finsternis. In der *Connaissance des temps* und im *Nautical almanac* ist nur das letztere dargestellt, im Berliner astronomischen Jahrbuch fehlt eine graphische Übersicht ganz.)

„Aber LAMBERT ging weiter, er stellte einige kurze Tabellen auf, welche gestatten, für eine beliebige Finsternis die Stellungen von Sonne und Mond, ihre Radien und Parallaxen, kurz alle Elemente der Finsternis zu bestimmen. Zunächst ist nötig, die mittleren Örter der beiden Gestirne sowie die zugehörigen Anomalien und Abstände vom Knoten für jede Konjunktion und Opposition zu finden. Um diese in kurzen ganzen Zahlen ebenso genau anzugeben, wie sie gewöhnlich nach Graden, Minuten, Sekunden angegeben werden, führte LAMBERT, statt der gewöhnlichen Einteilung des Kreises in 360 Grade eine jedesmal dem besonderen Falle angepaßte neue Einteilung ein. Trägt man z. B. auf einem Kreise vom Anfangspunkte aus als Bogen die mittlere Anomalie ab, welche der Mond nach 1, 2, 3 . . . synodischen Umläufen hat, so findet man viele den Kreis wiederholt umgebende Punkte, die man durch Sehnen zu einem regulären Linienzug vereinigen könnte. Dieser schließt sich nach 251 Monaten fast genau, so daß die erhaltenen 251 Punkte den Kreis in 251 gleiche Teile zerlegen. Aus diesem Grunde wählt man nach LAMBERT für die Tabelle, aus der man für jeden Zeitpunkt die mittlere Anomalie zusammensetzt, eine Einteilung des Kreises in 251 Teile, ebenso teilt man ihn für die Anomalie der Sonne in 1509 Teile, für den Abstand der Konjunktion vom Knoten in 8322 Teile. Dieses Verfahren hängt mit dem Wesen der Kettenbrüche innig zusammen.

„Handelt es sich nur um allgemeine Betrachtungen über die Periodizität der Finsternisse, so begnügt man sich mit den mittleren Örtern von Sonne und Mond. Man kann dann die Tabellen durch eine Tafel

ersetzen, aus der man mit einem Blick die Möglichkeit einer Finsternis für jeden historischen Zeitpunkt erkennen kann. Auf einer etwa 15 m langen Linie seien 29 gleiche Strecken abgetragen, welche Julianische Jahre darstellen sollen, ferner kleinere gleiche Strecken, welche synodische Monate darstellen. Auf derselben Linie seien endlich noch die Zeiten abgetragen, nach denen die Sonne zum Knoten der Mondbahn zurückkehrt. Man nimmt an, daß für den Anfangspunkt der Linie eine Konjunktion zugleich mit dem Durchgang von Sonne und Mond durch den Knoten eintreffe. Liegt nun der Abstand einer Konjunktion von einem Knotendurchgange in gewissen Grenzen, so findet nach mittlerer Bewegung eine partielle oder zentrale Sonnenfinsternis statt. Die Grenzen, die für jene weiter, für diese enger zu ziehen sind, können auf die Form $a + b$ und $a - b$ gebracht werden. Schlägt man nun um alle Punkte, welche eine Konjunktion bedeuten, kleine rote Kreise mit dem Radius b , um alle Punkte, welche einen Durchgang durch den Knoten bedeuten, große rote Kreise mit dem Radius a , so kommt eine partielle, resp. zentrale Finsternis zu stande, wenn ein kleiner roter Kreis einen großen schneidet, resp. ganz von ihm umschlossen wird. Die Linie der 29 Jahre wird in der graphischen Darstellung gebrochen und in 29 untereinander liegende, wagrechte Linien zerlegt. Dann sind die Kreise jeder folgenden Linie gegen die der vorhergehenden um gleich viel versetzt, was eine Kontrolle zur genaueren Konstruktion bietet. Die Zahl von 29 Linien ist gewählt, weil nach 358 synodischen Umläufen $= 29^a - 20^d$ wieder eine Konjunktion fast genau auf einen Knoten trifft, wenn man mit einer solchen begann, so daß dann wieder ein kleiner Kreis fast konzentrisch zu einem großen liegt. Doch ist dies nicht so genau der Fall, daß man für beliebige Zeiträume die Tafel wiederholt durchlaufen könnte, als ob Anfang und Ende genau identisch wären; die Fehler würden sich doch schließlich durch Summation bemerklich machen. Immerhin ist die Koinzidenz nach etwa 29 Jahren viel genauer als die, welche nach dem Saros (223 Umläufe $= 18^a 11^d$) eintritt. Gibt jene einen Schlußfehler $= 1$, so dieser einen Fehler $= -11$. Deshalb muß man nach LAMBERT 11 mal die ganze Tafel durchlaufen, dann 1 mal den Anfang derselben, d. h. die Sarosperiode hinzufügen, um so den Fehler in aller Strenge auf Null zurückzuführen. Die Tafel ersetzt somit eine viel ausgedehntere, die sich auf $11 \cdot 29^a + 18^a$, oder genau auf $336^a 153^d = 4161$ Umläufe erstreckt. Natürlich ist der Anfangspunkt der Tafel nicht gerade der Anfang des ersten Kalenderjahres einer 29jährigen oder 11jährigen Periode. Eine kleine Hilfstafel zeigt an, auf welche Punkte der Linien für jede Periode der Jahresanfang fällt; an diesen ist der Anfangspunkt eines beweglichen Papierstreifens zu legen, auf welchem die Länge des Julianischen Jahres in Tage und Monate geteilt ist. Die mit einer Finsternis verbundenen Konjunktionen werden so durch ihr Julianisches Datum bestimmt.

„Dieselbe Tafel zeigt noch durch ein ähnliches System kleiner und großer blauer Kreise an, welche Oppositionen eine Mondfinsternis ergeben.

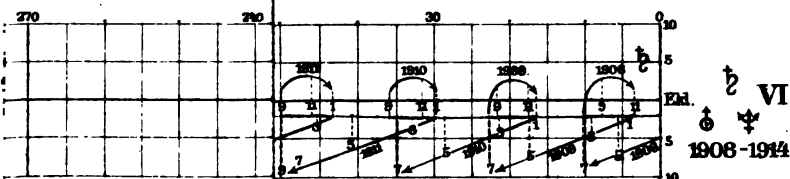
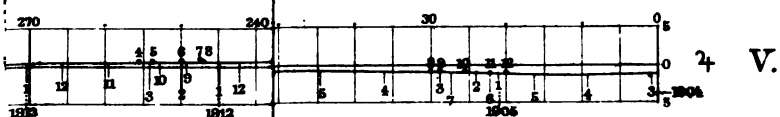
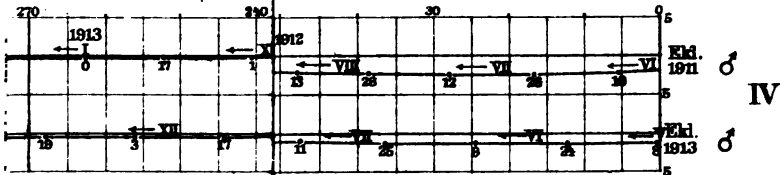
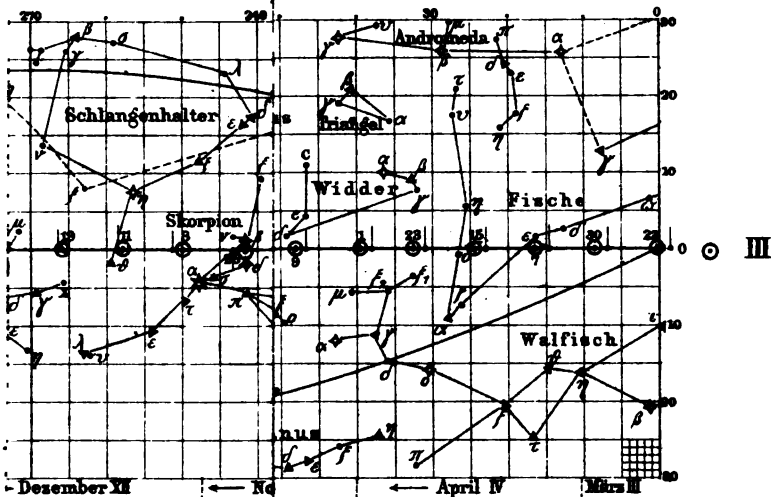
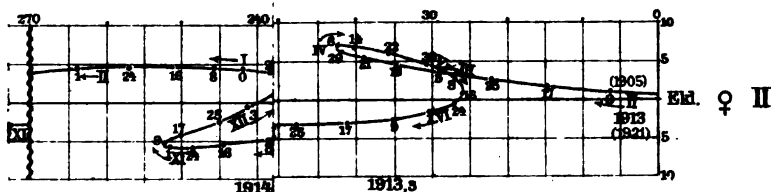
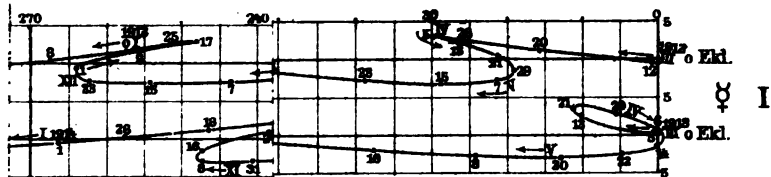
„LAMBERT hat endlich noch aus den Sonnentafeln und aus den MAYERschen Mondtafeln, die er für die Zeitpunkte des Neumonds und Vollmonds erheblich zusammenzog, wenige kurze Tafeln abgeleitet, um die mittleren Örter und Anomalien zu korrigieren, die Verfrühung oder Verspätung der Konjunktion infolge der elliptischen Bewegung abzuleiten, endlich Radius und Parallaxe und Abstand vom Knoten zu bestimmen, so daß man die vollständigen Daten zur Konstruktion jeder Finsternis erhält. Die hierauf begründeten Konstruktionen geben die Zeitpunkte bis auf 3 Minuten genau. Die vorgelegte Nachbildung der LAMBERTSchen Finsternistafel unterscheidet sich durch Einführung der jetzt angenommenen Elemente der Mondbewegung von dem Original.

„Mögen die heutigen Astronomen für ihre wissenschaftlichen Zwecke die besten Methoden besitzen und weiter ausbauen, für die Schule und für die allgemeine Bildung wäre eine Anlehnung an dieselben unbrauchbar; hier sind die Methoden von Wert, welche noch deutlich erkennen lassen, wie die Teile dem Zwecke des Ganzen dienen. Man wird daher aus der Geschichte der Astronomie noch vielfach lernen können, wie ihre Elemente am besten zu wahren Verständnis zu bringen sind. Dabei wird vielfach die Zeichnung den Vorrang vor der Rechnung behaupten.“

Seither nun sind, wie allgemein bekannt und auch im obigen schon mehrmals erwähnt, durch die Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht KOPPEs schöne Tafeln der „scheinbaren“ Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten jedem Lehrer und auch Schüler mühe- und beinahe kostenlos zugänglich geworden. Aber wird von ihnen auch schon annähernd allgemeiner Gebrauch gemacht? Mehrfach trübselige Anzeichen weisen auf das Gegenteil hin¹⁾. Aber wie könnte ein Unterricht der Astronomie sich rühmen, auch nur halbwegs erfolgreich gewesen zu sein, wenn einem Schüler was immer für eine Einzelheit dieser Tafeln nicht auf den ersten Blick einleuchtete als einfache Wiedergabe des längst aus dem Anblick des wirklichen Himmels Wohlvertrauten — oder wenn gar das Ganze dieser Karten dem Schüler noch

1) Auf meine Bitte hat KOPPE eine ähnliche erweiterte Tafel auch für die „Physik“ und eine noch mehr erweiterte für meine „Oberstufe der Naturlehre“ (2. Aufl. 1910) beigelegt. Sie ist auf der Vorderseite nach dem System der Ekliptik, auf der Rückseite nach dem System des Äquators angelegt. Die Einfügung dieser Karte in mein Lehrbuch hat aber diesem, als eine weitere Neuerung zu den vielen ungewohnten, das Eindringen in die Praxis unseres Physikunterrichtes nicht erleichtert, sondern sie geradezu verhindert.

zentrische Örter



Zu VII. Für die tägliche Bewegung der Sternbilder ist ihre Lage zum Äquator wichtig, der die Grundlage des Koordinatensystems nach Rektaszension und Deklination bildet. Ein Gürtel von 60° Breite ist am Frühlingspunkt geöffnet und in eine Ebene ausgebreitet. Der Stern α im Stier hat z. B. 16° Dekl. und $4^h 32^m$ AR. Beobachtet man ihn von einem Punkt am Äquator der Erde (in Ecuador), so sieht man ihn $4^h 32^m$ später auftauchen als α -Andromeda (und zugleich den Frühlingspunkt) nach einer Uhr, die auf 24^h für das Wiedererscheinen eines Sternes reguliert ist. Bei uns ist die Beobachtung weniger einfach, die beiden Sterne schneiden in dem angegebenen Zwischenraum die Meridianebene des Ortes.

Nebenher ist auch die Ekliptik mit den Örtern der wahren und mittleren Sonne aus III wiederholt. Werden die letzteren auf den Äquator projiziert, so geben sie dort Punkte, deren Abstände ungleichmäßig sind. Eine fingierte Sonne (die Zeitgleichungs-Sonne) stellt gleiche Abstände her, ohne sich im ganzen viel nach rechts und nach links von den vorhandenen Punkten zu entfernen.

Zu VIII. Ekliptik-System. Die Karte zeigt für jeden der Tage 1 bis 13, wie weit Merkur und Venus von der Sonne nach Länge und Breite entfernt sind. Stehen sie links von der Sonne, so werden sie nach Sonnenuntergang sichtbar, sind also Abendsterne, rechts sind sie Morgensterne.

Zu IX. Der Mond durchläuft den Tierkreis in 27,3 Tagen. Da diese Zeit nicht mit den Kalendermonaten (von 28, 29, 30 oder 31 Tagen) übereinstimmt, so ist für jeden Monat ein besonderer Ausgangspunkt festgelegt, für Juni z. B. mit VI bezeichnet, das ist der Standpunkt des Mondes für Juni 0,0 oder Mai 31,0. Er liegt $1,1$ Tagereisen vom Frühlingspunkt. Dann steht der Mond bei Beginn von Juni 1 und Juni 2 in den Punkten mit der Abszisse 2,1 oder 3,1 (Tagereisen). Dieser Punkt ist noch senkrecht aufwärts auf die stark ausgezogene Mondbahn zu versetzen, und da die Kurve der Mittelpunkts-gleichung die Verbesserung -5° ergibt, um 5° rückläufig zu verschieben. Der Mond steht am 2. Juni Mitternacht bei 35° Länge, 2° Breite im Widder.

Zu X und XI (Knotenumlauf und überhöhte Figur der Mondbahn nahe den Knoten) stehen schon Angaben in der Karte.

Zu XII: Finsternis-Kalender nach J. H. Lambert. Der Punkt, dessen Abszisse 12 mm ist, bedeutet den Anfang des 12. Januar. Die Zeitpunkte der Mondphasen sind mit kleinen Kreisen umgeben, für Neumond schwach, für Vollmond stark ausgezogen. Die Zeit des Durchgangs der Sonne durch den Knoten der Mondbahn ist durch zwei große konzentrische Kreise bezeichnet, einen schwachen und einen starken. Liegt ein kleiner schwacher Kreis ganz oder zum Teil in einem großen schwachen Kreis, so findet im Augenblick des Neumonds eine totale bzw. partielle Sonnenfinsternis statt. Dasselbe Kennzeichen geben die starken Kreise für Mondfinsternisse.

immer ein Buch mit sieben Siegeln wäre! – Und auch umgekehrt: Wie wohl ein Unterricht, der ohne Zuhilfenahme dieses KOPPESchen oder eines ihm gleichwertigen Lehrmittels eine wirkliche Himmelskunde zu vermitteln sich schmeichelt, nicht von vornherein einen didaktisch unmöglichen Weg eingeschlagen hätte und sich gegen die nur allzu reichlichen „Klagen und Anklagen“, die wir von allen Seiten gegen die Mißerfolge des herkömmlichen Unterrichtes der Astronomie an höheren Schulen erheben hören, verteidigen möchte, sei hiermit der öffentlichen Diskussion empfohlen. Unsererseits bekennen wir, uns ein wirkliches Bekanntmachen der Schüler mit den KEPLERSchen Gesetzen, das dieses großen Gegenstandes und eines wirklich realistischen Unterrichtes würdig wäre, ohne jene Karten überhaupt nicht mehr denken zu können. – Und jetzt, nach A (S. 309ff.),

B. Zu Newtons Gesetz: Dieses Gesetz ist, wie oft gesagt, ein erklärendes, denn es spricht von Kräften und Massen, wogegen die beschreibenden Gesetze Keplers nur von Bahnformen, Abständen, Geschwindigkeiten¹⁾ gesprochen hatten. Der Unterricht wird sich nicht begnügen, in dieser kurzen Formel

$$f = \kappa \frac{Mm}{r^2} \dots \quad (I)$$

nur eben ein „Gesetz“ zu vielen hundert anderen physikalischen Gesetzen den Schülern mitzuteilen. Sondern es wird eine didaktische Aufgabe ersten Ranges sein, gerade in diesem Weltgesetz auch einen Typus strengster Rechenschaft über jede einzelne Seite seines Inhalts und seiner Begründung die Schüler kennen zu lehren. In solcher Absicht haben wir in der Oberstufe der Naturlehre (S. 51) jene Formel auseinandergelegt in

$$I. \text{ das Abstandsgesetz } f = \frac{C}{r^2} \dots \quad (I_1)$$

$$II. \text{ das Massengesetz } C = \kappa \cdot M \cdot m \dots \quad (I_2)$$

Auch dieses Zerlegen von (I) in (I₁) und (I₂) entspricht, wie der Lehrer sofort sieht und es dem Schüler allmählich ersichtlich macht, dem Auseinanderhalten des Phoronomischen und des eigentlich Dynamischen. Erst das Massengesetz spricht von Massen und dementsprechend von Kräften; das Abstandsgesetz hatte sich noch mit den bloßen Beschleunigungen zufrieden

1) Ich habe anderwärts (z. B. in der Abhandlung über „Psychische Arbeit“, Ztschr. f. Psychologie, Bd. 8, 1894) unterschieden: Phänomenale Quanta und kategoriale [noumenale] Quanta; s. o. S. 15, Anm.; ferner S. 323.

geben können. Jeder Lehrer, der irgendwie teilgenommen hat an den nun 40jährigen Kämpfen um das „Beschreiben“ und „Erklären“¹⁾, ist nur zu oft auf die Behauptung gestoßen, NEWTON habe eigentlich doch nichts anderes entdeckt, als daß sich die drei KEPLERSchen Gesetze in eine kurze Aussage über die Beschleunigungen der Weltkörper gegeneinander zusammendrängen lassen. Die Zahl derer, denen dieses Credo vom „bloßen Beschreiben“ in der Tat noch genügt, wird schon auffallend kleiner. Überall wagt sich wieder die Überzeugung hervor, Erklären sei eben doch etwas anderes als Beschreiben, die Kraft etwas anderes als Beschleunigung. Wann wäre bessere Gelegenheit, unseren Schülern alles Hereinfallen auf angeblich antidogmatische Dogmen von allem Anfang zu ersparen, als wenn wir ihnen die herrliche Naivität der NEWTONschen Leitgedanken unverfälscht nahebringen?

Hienach gliedert sich unser § 21. **Allgemeine Gravitation** so: Zunächst wird

$$\text{Newtons Gravitationsgesetz: } f = \kappa \cdot \frac{Mm}{r^2} \text{ Dyn} \dots \quad (1)$$

mitgeteilt und jede einzelne der Größen ausdrücklich erklärt. (Daß z. B. ausdrücklich die Einheit Dyn beigesetzt ist, entspricht der von MAISS unermüdlich vertretenen Forderung, die Schüler nicht physikalische Formeln in abstrakten Buchstaben hinschreiben und aussprechen zu lassen, da sich eben für den Anfänger die Maßeinheit zu einer in Formeln ausgesprochenen Maßzahl nichts weniger als von selbst versteht.)

Dann: I. „Das Abstandsgesetz...“ mit Anführung jedes der drei Keplerschen Gesetze, ebenfalls mit ausführlicher Besprechung jedes der in ihnen vorkommenden Begriffe; hier dann die Ableitung der Beschleunigung selbst (und zwar der konstanten Beschleunigung b bei den als kreisförmig fingierten und der wechselnden w bei den wirklichen elliptischen Bewegungen).

Dann: II. „Die Massen...“ und hier sowohl zur sinnfälligen Erläuterung der Wirkung zweier Massen und der Störung durch eine dritte der in Abb. 64 angedeutete, ebenso einfache als drastische Versuch (auch KOPPE s. o. S. 315 schlägt einen ähnlichen vor).

Dann: III. Wirkungen von Kugeln auf äußere und innere Punkte – abgeleitet aus dem punktuellen Gesetz (I).

Dann: IV. Die irdische Schwere als besonderer Fall der allgemeinen Schwere, wo auch die hübsche Beziehung $\kappa \cdot M = g \cdot R^2$

1) Vgl. meinen Aufsatz „Zur Geschichte und Wurzel der MACHschen Philosophie“, Ztsch. f. d. physik. u. chem. Unterricht 1910, 1. Heft, S. 1–16.

schon erwähnt wird (abgeleitet in der LA. 66, S. 327); bemerkenswert auch dadurch, daß rechts die beiden phänomenalen Größen¹⁾ g , R und links die beiden kategorialen (noumenalen) Größen¹⁾ κ und M vorkommen (s. u. S. 325 die LA 51).

Dann: V. Das Flutphänomen, natürlich nur in den weitestgehenden Vereinfachungen und Fiktionen.

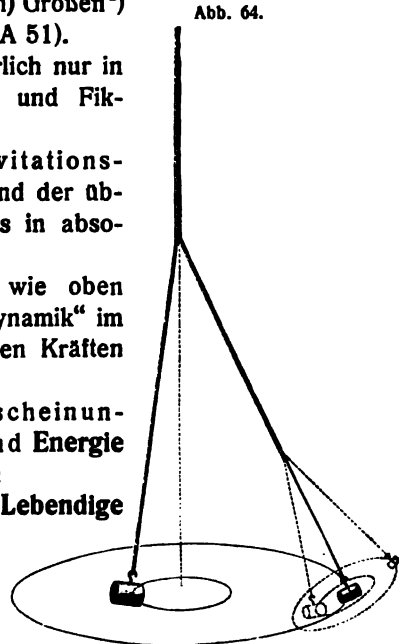
Endlich: VI. Bestimmung der Gravitationskonstante κ , der Masse der Erde und der übrigen Massen des Planetensystems in absolutem Maße. —

Unmittelbar auf diesen § 21, der, wie oben (S. 305) gesagt, den Höhepunkt der „Dynamik“ im engsten Sinne, d. h. der Lehre von den Kräften (den Dyn) enthält, folgt als Abschnitt

ß) Erklärung mechanischer Erscheinungen mittels der Begriffe **Arbeit** und **Energie** (Energetik). Dieser Abschnitt umfaßt:

§ 22. **Mechanische Arbeit.** — § 23. **Lebendige Kraft.** — **Aktuelle und potentielle Energie. Verwandlung und Erhaltung mechanischer Energien.** —

§ 24. **Gravitationspotential.** —



Auch eine verhältnismäßig große Zahl von „Leitaufgaben“ (LA, d. h. solchen Aufgaben, die nicht gewöhnliche Übungsbeispiele sind, sondern den zusammenhängenden Lehrstoff nach der theoretischen Seite hin noch vertiefen sollen) steht in mehr oder minder unmittelbarem Zusammenhange mit der Gravitationslehre. Es sei im folgenden der Text der Aufgaben vollständig, dagegen aus den in der „Physik“ beigegebenen Anleitungen nur das eine oder andere Schlagwort oder die zugehörige Figur mitgeteilt:

33. Zu zeigen, daß ein mit etwa $8000 \text{ m sec}^{-1} = 8 \text{ km sec}^{-1}$ Anfangsgeschwindigkeit in horizontaler Richtung abgefeuertes Projektil die Erde wie ein Trabant umkreisen würde.

34. Zu zeigen, daß die Beschleunigung, mit der der Mond aus der Tangente seiner Bahn gegen die Erde hin abgelenkt wird, rund $\tau = g : 60^2$ sei (Newtons „Mondrechnung“).

43. Für eine beliebige Zentralbewegung die Beziehungen zwischen der **Flächengeschwindigkeit** ∇ und der Winkelgeschwindigkeit α des Leitstrahles r , sowie der Normale n aus dem Zentralpunkt auf die Bahntangente aufzustellen.

1) Vgl. o. S. 321 Anm.

V. Irdische und allgemeine Gravitation.

44. 1. Inwieweit folgt aus Newtons Mondrechnung (LA 34), daß „die irdische Schwere bis zum Monde reicht“? 2. Inwieweit ist dieser Schluß ein Zirkelschluß?

Zu 2. Wollte man bloß daraus, daß die Beschleunigung γ des Mondes 60^3 mal so klein ist als die Beschleunigung der Körper an der Erdoberfläche, auf das Abstandsgeſetz $f = \frac{C}{r^2}$ ſchließen, ſo wäre das ein logiſcher Zirkel. Denn mit welchem Recht führt man als „Abstände“ gerade die vom Erdmittelpunkte ein? Freilich war es ſchon den Alten und dem ganzen Mittelalter (vgl. die in LA 30 erwähnte Stelle aus Dantes „Hölle“) geläufig, den Erdmittelpunkt als „Sitz der Schwere“ zu denken; und eben vom Erdmittelpunkt ſind die Körper an der Erdoberfläche $1 R$ (Erdradius), der Mond $60 R$ entfernt. Aber erſt Newton ſelbſt hat erklärt, in welchem Sinne und mit welchem Rechte der Erdmittelpunkt gleichſam Sitz der Schwere iſt. In Wahrheit gehen nämlich die Kräfte von allen Teilen der Erde aus und nur, wenn ſchon angenommen iſt, daß das Abstandsgeſetz $\frac{C}{r^2}$ gelte, iſt die Reſultierende nach Richtung und Größe eine ſolche, als ob ſie vom Erdmittelpunkt ausginge (vgl. LA 48). — Newtons Planetenrechnung (§ 21 und LA 47) iſt von ſolchen Vorausſetzungen unabhängig; und auch für den Mond wird der Schluß einwandfrei, wenn (unabhängig von der Größe der Kräfte) aus den Beobachtungen der Mondbewegung entnommen wird, daß für ſie der Flächenſatz in bezug auf den Erdmittelpunkt gilt.¹⁾

45. Für die Erdbahnellipse aus $a = 2 \cdot 10^7$ Meilen, $e = \frac{1}{60}$, $T = 1$ Jahr die Größen e , b und ∇ (LA 43) numeriſch auszuwerten.

46. Die Konſtante des Sonnensystems

$$\frac{a^3}{T^2} = konst, \text{ ſowie } 4\pi^2 \frac{a^3}{T^2} = Konst$$

numeriſch auszuwerten. (LA 47)

47. Aus Keplers Geſetzen iſt Newtons Abſtandsgeſetz $f = \frac{C}{r^2}$ (I) abzuleiten für irgendeinen Punkt einer Planetenbahn. (Vgl. die inverse Aufgabe in LA 63.)

1) Alles Nähere über die Kritik jenes unzählige Male in den Lehr- (und ſelbſt in wiſſenſchaftlichen) Büchern wiederholten Zirkelſchlusses vgl. in meinem Aufſatz „Über die Ableitungen für die Anziehung von Kugeln auf innere und äußere Punkte“ Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. Jhrg. V. 1892, S. 123–129, namentlich S. 126 ff. Hier auch LAPLACES Satz und Beweis, daß nur für die Kraftgeſetze Ar und B/r^2 (ſowie $Ar + B/r^2$) eine Kugelschale bzw. Kugel einen äußeren Punkt ſo anzieht, als ob ihre ganze Maſſe im Mittelpunkt vereinigt wäre.

die phoronomische Größe $Konst = 4\pi^2 \frac{a^3}{T^2}$ gleich ist der in vielen astronomischen Rechnungen wiederkehrenden dynamischen Größe κM , nämlich dem Produkte aus der Gravitationskonstante κ und der Sonnenmasse M . (Vgl. oben S. 322, 323.)

52. Wie ändern sich die Dimensionsformeln der Mechanik (vgl. Nr. 29, Tafeln der physikalischen Größen), wenn als Dimension der Gravitationskonstante die einer Geschwindigkeit gewählt wird?

59. Welche Arbeit erfordert es, um eine Masse von $m = 1 \text{ g}$ a) vom Mittelpunkt der Erde (durch einen von hier ausgehend gedachten engen Kanal, vgl. LA 30, 49) bis an die Erdoberfläche und b) von hier ins Unendliche zu bringen?

Anleitung: Zu a) $A_0^R = \frac{1}{2} \frac{g}{R} R^2 = \frac{1}{2} g R$.

Zu b). Die Arbeit $A_R^\infty = g R$ (vgl. LA 66).

60. Die Gleichungen für die Arbeit $A = \kappa \frac{Mm}{r}$, für das Gravitationspotential $V = \kappa \frac{M}{r}$ und für $V_2 - V_1 = \kappa M \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$ darzustellen

Abb. 72.

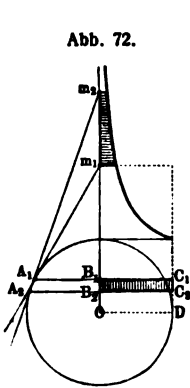
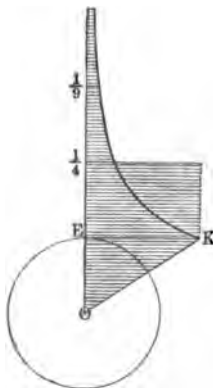


Abb. 72.



durch Arbeitsdiagramme (Abb. 72, 73).

63. Aus Newtons Abstands-gesetz $f = \frac{C}{r^2}$ und dem Flächen-satz der Zentralbewegungen die verallgemeinerten Keplerschen Gesetze abzuleiten. (Vgl. die inverse Aufgabe in LA 47.)

Vgl. die Ableitung aus dem Energiesatz $\kappa \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0} \right) = \frac{v^2}{2} - \frac{v_0^2}{2}$ und dem Flächensatz (Physik, S. 850).

Physikalische Ergebnisse und Folgerungen: Die Bahn des kosmischen Körpers hängt nur von der Anfangsgeschwindigkeit v_0 ab, mit der er einen gegebenen Anfangsabstand r_0 passiert, und zwar hängt nur b^2 noch von ψ_0 ab, dagegen ist $2a$, die große Achse der Bahnkurve, unabhängig von der Richtung, nach der die Anfangslage passiert wurde. Als Bedingung dafür, daß die Ellipse speziell ein Kreis wird, ergibt sich die Beziehung $v_0^2 = \frac{\kappa}{r_0}$. Wird $v_0^2 = \frac{2\kappa}{r_0}$, so geht die Ellipse in eine Parabel über.

— Bei noch größerer Geschwindigkeit wird die Bahn eine Hyperbel.

66. In welchen Beziehungen der Kraft und der Arbeit steht die Größe κM (Gravitationskonstante \times Erdmasse) zu der Schwerebeschleunigung g und dem Erdradius R ?

Antwort: Nach § 21 ist $\kappa M = g R^2$. Nach § 22 ist $A_R = g R \cdot m$ für $m g$, daher nach der Bezeichnung des § 24 $V_R = g R$ für 1 g. — Also auch wieder: $V_R = \kappa \frac{M}{R}$ (Oberflächenpotential der Erde). — Vgl. LA 51.

67. Eine wie große Masse M müßte in einem Punkt konzentriert gedacht werden, damit in 1 cm Abstand von diesem Punkte das Gravitationspotential 6 Erg per Gramm herrsche? (Vgl. die für diesen angenommenen Wert gezeichneten transparenten Tafeln der Niveau- oder Kraftlinien bei S. 110 der „Physik“, bei S. 258 der Naturlehre, 1910.)

Natürlich war bei der Aufnahme aller dieser Leitaufgaben in die große Ausgabe der Physik nicht daran gedacht, daß sie alle und mit allen Schülern behandelt werden sollen (schon in dem für die Hände des Schüler bestimmten „Hilfsbuch zur Naturlehre“ wurde auch hier eine Auswahl getroffen); aber dem Benützer des vorliegenden Bandes wird es vielleicht bequem sein, die vorstehenden Andeutungen vor Augen zu haben, um dann seinerseits im Unterricht eine Auswahl für die Physik- oder die Mathematikstunden treffen zu können. —

Es ist auch nicht mehr nötig, nun noch alles aus dem mechanischen Lehrstoff des vorletzten Jahrganges aufzuzählen, was speziell mit dem Gravitationsgesetz und allgemein überhaupt mit Astronomischem im Zusammenhange steht. Es sei gestattet, auch hier nur anzuführen, was zur Zeit, wo es bei uns noch geradezu verboten war, schon im vorletzten Jahrgange der Physik von Astronomie als solcher zu sprechen, V. 1889 über die Zusammengehörigkeit zahlreicher Einzellehren der beiden Wissenschaften für den Unterricht konstatiert und gefordert hat:

„Wenn man in der VII. Klasse alle diejenigen astronomischen Vorstellungen, von denen innerhalb der Mechanik schon gegenwärtig ganz ausdrücklich und ausführlich die Rede ist, zu wirklichem Verständnisse gebracht hat, so ist ohnedies schon der größte und schwierigste Teil der Arbeit getan. — So wird z. B. schon jetzt ganz allgemein gelegentlich der Kreisbewegungen als deren großartigstes Beispiel die fälschlich¹⁾ sogenannte „Präzession der Tag- und Nachtgleichen“ be-

1) Dieses „fälschlich“ war falsch, wie M. KOPPE in der Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht Jahrg. VII (1894) S. 189 gelegentlich eines Aufsatzes „Zur Behandlung der Kreisbewegung“ berichtigt hat, indem er „zum Aus-

handelt. Aber welche Vertrautheit mit den Anschauungen der täglichen und jährlichen Rotation des Fixsternhimmels und mit der west-östlichen Jahresbewegung der Sonne in der Ekliptik gehört dazu, damit jenes Wort „Präzession“ mehr als Wort sei! Es ist freilich leicht, zu sagen: „Dieser Kreisel stelle die Erde dar; wie seine Rotationsebene, so ändert auch die der Erde ihre Lage im Raum; wie dies dort durch ein Übergewicht, so ist dies hier durch die Anziehung der Sonne auf die Anhäufung von Masse um den Erdäquator zu erklären“ usw. Aber wieviele Schüler wären imstande, die Lage des Frühlingspunktes, von dem sie lernen, daß er längs der Ekliptik binnen 72 Jahren um 1° von Ost gegen West rückschreitet, beim Anblicke des Fixsternhimmels noch so beiläufig anzugeben; und desgleichen die Lage des Poles der Ekliptik, um den der Himmelsnordpol binnen 26000 Jahren einen Kreis beschreibt u. dgl. m.? — Alles was bereits die antike Astronomie für die Beschreibung der himmlischen Bewegungen geleistet hat, wurde gekrönt von der bewundernswerten Entdeckung dieser Präzession der Fixsterne durch den Vater der wissenschaftlichen Astronomie, HIPPARCH. Wir glauben heute jeden Septimanager bekanntmachen zu sollen mit den letzten Resultaten der Erklärungen, die NEWTON und seine Nachfolger von den feinsten Einzelheiten himmlischer Bewegungen, wie es Präzession und Nutation sind, gegeben haben: aber wir unterlassen es, uns zu überzeugen, ob der Schüler auch nur die größten Züge jener Erscheinungen, zu welchen sich die des angeführten Beispiels wie Glieder zweiter und dritter Ordnung verhalten, in sich aufgenommen habe.

Ich habe hier in der Präzessionsbewegung das ebenso in deskriptiv-astronomischer wie in mechanisch-erklärender Hinsicht schwierigste von allen astronomisch-mechanischen Einzelproblemen, deren Behandlung der Lehrplan noch verlangt, als Beispiel herausgegriffen. Bei den

druck 'Rückgang der Tag- und Nachtgleichen', den man jetzt vielfach findet, seit EPSTEIN in seiner Geonomie die übliche Bezeichnung 'Präzession der Äquinoktien' für falsch erklärte“, folgendes bemerkt: „Unter Äquinoktien oder Tag- und Nachtgleichen versteht man die Tage, an denen die Sonne zwölf Stunden über dem Horizont steht, unter Äquinoktialpunkten die Orte, die dann die Sonne in der Ekliptik einnimmt. Hätten wir das siderische Jahr, wie es nahezu die Ägypter hatten, so würden die Äquinoktien im Lauf der Jahre auf ein immer früheres Datum vorrücken. Durch den Julianischen Kalender wurde dieses Vorrücken zum Teil, durch den Gregorianischen vollständig aufgehoben, die Tag- und Nachtgleichen wurden mit bestimmten Tagen des Jahres fest verknüpft. Die Präzession der Äquinoktien ist also mit Rücksicht auf das siderische Jahr zu rechtfertigen, Rückgang der Äquinoktien aber gar nicht. Es kann nur Rückgang der Äquinoktialpunkte, des Frühlings- und Herbstpunktes, heißen, was gleichfalls längst gebräuchlich war. In sachlicher Hinsicht ist die Angabe EPSTEINS zu berichtigen, daß die Präzession vorzugsweise von der Sonne, statt vom Monde, herrühre. Jene verursacht $18''$, dieser $34''$ des jährlichen Gesamtbetrages.“

übrigen, einfacheren Begriffen spezifisch astronomischen Inhaltes, von welchen laut Lehrplan schon in der Mechanik geredet werden muß, ist es womöglich noch einleuchtender, daß es gewiß nicht in der Natur der Sache gelegen sein kann, wenn man schon in der VII. die mechanische Theorie gibt und erst in der VIII. die astronomische Tatsache selbst zur Sprache bringt. — Ich hebe hier aus dem Lehrplane [1884] für die Mechanik der VII. der Reihe nach diejenigen Schlagwörter heraus, welche das Eingehen auf astronomische Begriffe geradezu unerläßlich machen:

„Begriff der progressiven und drehenden Bewegung.“ Obwohl sich natürlich ausreichende Beispiele für diese beiden Typen von Bewegungen auch ohne Eingehen auf die progressiv-rotierende Bewegung der Erde geben ließen, so bietet doch letztere das sozusagen klassische Beispiel einer Bewegung, in welcher reine Translation (binnen einem Jahr in elliptischer Bahn um die Sonne bei parallel bleibender Achsenstellung — von der Präzession abgesehen) und reine Rotation (binnen einem Sterntag) auf die übersichtlichste Weise sich zusammensetzen. Auch muß bei der Aufstellung des Maßes für die Zeit der Rotation der Erde gedacht werden.

Daß nun gar die im Lehrplan der VII. gegen Ende der Geomechanik angeführten Kapitel „Zentralbewegung, Keplersche Gesetze, Newtons Gravitationsgesetz, Änderung der Akzeleration der Schwerkraft vom Äquator gegen die Pole zu, Präzessionsbewegung“ . . . „Richtung der Schwerkraft in verschiedenen Punkten der Erde“ . . . „Entstehung der Passatwinde, die Drehungsgesetze von Buys-Ballot und Dove“ teils spezifisch astronomische sind, teils wenigstens eine „wohlbegründete Vorstellung von der rotierenden und progressiven Bewegung der Erde“ (— welche Vorstellung von den Instruktionen ausdrücklich aber erst als das letzte Ziel des astronomischen Unterrichtes der VIII., letzten Klasse aufgestellt wird! —) zur Voraussetzung haben: das bedarf keiner weiteren Begründung.

Außer diesen im Lehrplane ausdrücklich angeführten Kapiteln werden aber überdies in den Lehrbüchern von physikalischen Erscheinungen, die zu jenen astronomischen Vorstellungen in nächster Beziehung stehen, fast überall noch innerhalb der Mechanik vorgetragen: Foucaults Pendelversuch, Benzenbergs Fallversuche, Cavendish' (Maskelynes, Airys) Methoden der Bestimmung der Masse der Erde, die auf Grund letzterer ermöglichte Bestimmung der Massen von Mond, Sonne und Planeten, die Abplattung der Erde infolge Rotation, die Kant-Laplacesche Theorie anknüpfend an Plateaus Versuch, vielleicht auch die Lehre von Ebbe und Flut und wohl noch die eine oder andere mechanisch-astronomische Einzelheit. Sollte all dies auf lebhafteres Interesse und besseres Verständnis zählen dürfen, wenn es Schülern vorgeführt wird, die mit den fort und fort genannten astronomischen

Ausdrücken soviel wie keine Anschauungen astronomischer Tatsachen verbinden?

Geht man ähnlich die Auswahl astronomischer Grundvorstellungen durch, welche Lehrplan und Instruktionen unter dem Titel „Astronomie“ anführen, so wird man ebenso nur von den wenigsten sich zu behaupten getrauen, daß sie demjenigen ganz unbekannt sein dürfen, der mit Erfolg Mechanik studieren will.

So darf ich denn wohl meinen Vorschlag, den größeren Teil des astronomischen Lehrstoffes schon in der VII. Klasse (zwischen der Mechanik des Punktes und der Mechanik der starren Systeme) abzuhandeln, als von beiden Seiten her, durch das Interesse der Mechanik wie durch das der Astronomie, für ausreichend begründet halten.

Vielleicht zum Überflusse sei aber im Vorübergehen auch des Interesses gedacht, welches noch ein anderer Gegenstand der VII. Klasse, die Logik, daran hat, daß die Astronomie als die älteste der beschreibend-erklärenden Naturwissenschaften bereits so früh als möglich im wissenschaftlich-physikalischen Unterrichte zur Behandlung komme. Denn die Kette von Geistesschöpfungen, welche mit den für alle Zeiten bewundernswerten Erwerbungen der antiken Astronomie vor und seit HIPPARCH anhebt und die Leistungen des PROLEMAUS, KOPERNIKUS, KEPLER, GALILEI, NEWTON mit der großartigsten historischen und logischen Konsequenz verknüpft, ist so gewiß das fruchtbarste und umfassendste Beispiel aus der Geschichte der induktiven Wissenschaften, daß ein mit dem naturwissenschaftlichen Hand in Hand gehender logischer Unterricht auf sichere Beherrschung der einschlägigen astronomischen Begriffe, der der Gravitationslehre NEWTONS vorausgegangenen und für sie unumgänglichen Induktionen, Hypothesenbildungen, Theorien muß zählen dürfen, wenn nicht beide Disziplinen dem Schüler das Beste vorenthalten wollen, was sie vielleicht überhaupt zu bieten haben.“

So ist es denn ein gewiß nicht zu kleiner, aber nach allen angeführten Gründen auch nicht zu großer Lehrstoff aus Astronomie, den wir der Physik des VII. (vorletzten) Jahrganges (viel mehr als der Mathematik des letzten Jahrganges, der OI in Preußen) zugewiesen wissen wollen. — Ehe wir aber zum abschließenden letzten Jahrgang der ganzen Mittelschule und daher auch der Oberstufe des astronomischen Mittelschulunterrichts übergehen, sei es gestattet, hier noch eine ganz allgemeine Rechtfertigung einzuschieben, welche sich bezieht auf die im vorliegenden und im folgenden Paragraph größtenteils nur mehr andeutende Darstellung des astronomischen Lehrstoffes als solchen. Man mag diese Kürze in einigem Kontrast finden zu der sehr ausführlichen Darstellung, die wir der Didaktik der Himmelskunde und der

astronomischen Geographie für die Unterstufe gewidmet haben. Aber dieser Kontrast ist wieder nur eine Folge der Grundabsicht aller dieser Didaktischen Handbücher, die in Bd. I, S. 13 als „Leitgedanke und Leitmotiv“ bezeichnet wurde: es sei „die Probe auf die Güte einer Didaktik, daß, wenn sie im Anfang ihren Zweck erfüllt hat, sie weiterhin in ihrem Amte als Wegweiserin durch die reine Wissenschaft selbst abgelöst wird“. Daher durften wir schon im vorliegenden Paragraph es dem der wissenschaftlichen Astronomie, wenn auch nur in ihren Grundlagen (denn mehr könnte auch der Verfasser des vorliegenden Bandes von sich selbst nicht sagen) wissenschaftlich kundigen Lehrer getrost überlassen, aus dem unerschöpflichen Stoff das für die Schule geeignetst Dünkende auszuwählen und didaktisch aus- und durchzuführen.

§ 21. Astronomisches in Verbindung mit der Physik (namentlich der Optik) des obersten Jahrganges.

(Achtzehntes Lebensjahr.)

Wie schon gesagt (S. 27, 277), denken wir uns die Verteilung des astronomischen Lehrstoffes so, daß – ganz im Gegenteil zu der bisher meist wie selbstverständlich hingenommenen Anordnung der Hauptteile des astronomischen Unterrichtes – die sozusagen offizielle Mittelschulastronomie keineswegs erst in den letzten Jahrgang fällt, sondern schon in den sieben vorhergehenden Jahrgängen in allen Hauptsachen erledigt ist.

Darum soll aber dem letzten Jahrgang doch keine kleine oder unwichtige Aufgabe für die gesamte Himmelskunde der Mittelschule zufallen.

Vor allem sind es noch ausgiebige Nachträge, namentlich aus physischer Astronomie, die gerade diesem letzten Jahrgang zufallen. Sodann hier wie in jedem anderen Unterrichtsgegenstande die vertiefenden Wiederholungen und Zusammenfassungen alles in den früheren Jahren Erlernten, an denen sich auch ohne äußerliche „Reifeprüfung“ (bei der ja jetzt z. B. auch an österreichischen Gymnasien die Physik und was zu ihr gehört, also auch Astronomie, überhaupt nicht mehr Prüfungsgegenstand ist) eine wirkliche „Reife“ um so gründlicher erproben kann und soll.

Zu diesen beiden Haupt Gesichtspunkten je einige Bemerkungen.

I. Mitteilungen aus der physischen Astronomie, hauptsächlich im Anschluß an die Optik.¹⁾ Während es im vorausgegangenen siebenten Jahrgange die Mechanik gewesen war,

1) In diesem Sinne sagte ich schon im V. 1889: „... Wäre denn so die Hauptarbeit bezüglich des vorgeschriebenen astronomischen Lehrstoffes noch im I. Semester der VII. Klasse getan, so bliebe für den weiteren physikalischen Unterricht noch zweierlei zu tun, damit das Lehrziel hinsichtlich der Astronomie als wahrhaft erreicht gelten könne:

Erstens gelegentliche Nachträge zu geben, welche größtenteils in der Optik ihre natürliche Stelle finden, so die Finsternisse bei der Lehre von dem Schatten, die Aberration bei der Fortpflanzung des Lichtes, einiges über die physische Beschaffenheit der Weltkörper gelegentlich der Spektralanalyse u. dgl.; wozu noch der Umstand kommt, daß bei der Lehre von den Fernrohren ohnedies wiederholt deren Anwendung auf himmlische Objekte zur Sprache und hoffentlich auch zur Demonstration gelangt.

Zweitens aber auch überhaupt eine anhaltende Anleitung zum Verfolgen merkwürdiger Vorgänge am Himmel selbst im Verlaufe der noch übrigen Lehrzeit.“

Wie ganz anders, als hier verlangt, damals die Astronomie nach den Lehrplänen von 1884 angeordnet war, charakterisierte V. 1889 so:

„Kehren wir mit diesem Maßstab zum Lehrplane der Astronomie, wie er für die VIII. aufgestellt ist, zurück, so muß es uns ganz eigentümliche Gedanken erwecken, wenn hier, am Ende des ganzen Gymnasialunterrichtes erst noch einmal von den allerprimitivsten Dingen die Rede sein soll: „Horizont, Zenit, Nadir ... Meridian .. Tag- und Nachtbogen, Himmelsäquator und seine Pole .. Scheinbare Bewegung der Sonne .. Bestimmung des Meridianes und der geographischen Breite und Länge eines Ortes ...“ Das sind doch Dinge, von denen man annimmt, daß sie, wenn es wirklich überall auf ein Anknüpfen des Unterrichtes an die Erscheinungen selbst abgesehen ist, schon viele Jahre früher ins klare gebracht worden seien, und ihre Erwähnung im Lehrplane der VIII. nimmt sich ungefähr so sonderbar aus, als sich die Erwähnung der vier Spezies im Lehrplane der Mathematik für die VIII. ausnehmen würde, wiewohl doch auch kein Zweifel besteht, daß für die „Wiederholung der Elementarmathematik“, welche den Lehrstoff der VIII. ausmacht, immerhin auch nur diese vier Spezies die Grundlage bilden. – Oder wie, wäre auch jene Anführung ein schonendes Geständnis, daß eine Anschauung, ein eigentliches Verständnis von Vorstellungen, wie z. B. die von geographischer Breite und Länge, von denen während acht langer Jahre unzählige Male geredet worden war, erst jetzt erworben werden könne? Ein solches Geständnis wäre eine harte Verurteilung jenes Unterrichtes in den früheren Jahren. Aber vielleicht entgehen wir ihm, indem wir uns summarisch auf die Zweistufigkeit berufen: warum soll auf Grund dieses Prinzipes nicht in der VIII. wiederholt werden, was in der I. gelernt worden war? Aber die Analogie der vier Spezies läßt auch eine solche Motivierung bedenklich erscheinen: wenn irgendwo, so muß eine derartig äußerliche und doktrinäre Auffassung der Zweistufigkeit reine Zeitvergeudung sein, sobald vorausgesetzt werden darf, daß die Unterstufe die für sie vorgeschriebenen Begriffe wirklich bereits zu klarer Anschauung gebracht habe. Denn derlei Anschauungen, wenn sie einmal recht erworben und von da an recht gepflegt und lebendig erhalten worden sind, verflüchtigen sich nicht so, daß sie erst nach Jahren wieder neu erworben oder auch nur „wiederholt“ werden müßten.“

innerhalb deren der physikalische Unterricht den Grundstock des astronomischen Wissens der Mittelschüler festgelegt hat, gibt nämlich im letzten Jahrgange die Optik¹⁾ (leuchtende, wärmende, chemische Strahlung) ebenso ungezwungen Gelegenheit, alles noch nötig Scheinende aus der Astronomie nachzutragen. Die Gelegenheiten sind reichlich, und sie sind ja wohl meist schon bisher gegenständlich und didaktisch richtig im Unterricht eingebürgert gewesen. So bei der Lehre vom Schatten die **Finsternisse**; bei den Fernrohren beliebig viel über das, was man mit ihnen und nur mit ihnen am Himmel sieht, von **Galileis Entdeckungen** (Jupitermonde, Venusphasen, Saturnring) bis zu **HERSCHELs Entdeckung des Uranus, den Doppelsternen, Nebelflecken** usw.; bei der Spektralanalyse Mitteilungen über die **Konstitution der Sonne, die Bewegungen im Visionsradius nach DOPPLERS Prinzip**; bei der chemischen Strahlung das verschiedene Aussehen z. B. der Photographien von Nebelflecken und der Zeichnungen nach dem sichtbaren Bilde im Fernrohr; bei der Lichtgeschwindigkeit die beiden astronomischen Methoden (**OLAF RÖMER – Jupitermonde, BRADLEY – Aberration**).

Alle diese Dinge bedürfen im einzelnen kaum noch didaktischer Bemerkungen. Denn nicht nur, wie sie im Unterrichte zur Sprache kommen, sondern auch daß gerade sie bei der Mehrzahl der Schüler jederzeit auf das allerlebhafteste Interesse zählen dürfen, gehört zu den festen und erfreulichen Erfahrungen alles Physikunterrichtes in seinem gegenwärtigen schon fest gewordenen Bestande.

Dennoch mögen folgende allgemeinere didaktische Erwägungen zum Lehrstoffe speziell dieses letzten Jahrganges und namentlich über einen gewissen Gegensatz, in dem der Stoff selbst und seine didaktische Darbietung zum astronomischen Lehrstoffe aller früheren Jahrgänge stehen, hier nicht unausgesprochen bleiben.

Was den Stoff selbst betrifft, so ist es ihm eigentümlich, daß er sich schon wegen seiner zu einer ungeheueren Mannigfaltigkeit gediehenen Fülle kaum mehr in Lehrplänen ähnlich kodifi-

1) Diese Optik denke ich mir im ersten (Winter-)Semester des obersten Jahrganges behandelt, vor der Elektrizität, die den Abschluß mit immanenter Wiederholung des ganzen physikalischen Lehrstoffes zu bilden hat. (Vgl. hierüber Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr., Jahrg. XXII (1909), S. 209 ff. – ferner das Begleitwort „Zum Gebrauche der Oberstufe der Naturlehre beim mündlichen Unterricht“, Vieweg 1910, das auch speziell für den Unterricht der Astronomie mehrere Anleitungen gibt.)

zieren läßt, wie die Tatsachen noch des vorausgegangenen Jahres (z. B. Gravitationsgesetz, Präzession u. dgl. m.). Wer wollte in Lehrplänen vorschreiben, wieviel gelegentlich der Spektralanalyse über die Konstitution der Sonne¹⁾ mitzuteilen, was davon als gesicherte Tatsache, was als einander noch bekämpfende Hypothesen vorzuführen sei? Wenn irgendwo, so ist hier weitestgehende Bewegungsfreiheit des Lehrers geboten; denn schon das persönliche Interesse der Lehrer selbst wird und darf, ohne daß dem einen ein Zuviel, dem andern ein Zuwenig vorgeworfen werden dürfte, sich in ganz verschiedenem Maße eingearbeitet haben auf die immer wieder neuen und an Interesse einander schier überbietenden Mitteilungen über Entdeckungen, die die vereinigte Arbeit der Sternwarten mehrerer Weltteile zeitigt, und mit denen uns die wissenschaftlichen Zeitschriften bis herunter zu den Tagesblättern schier Tag für Tag überraschen, manchmal geradezu überfüttern. – Gibt es hier einen Rat, so kann es kaum ein anderer sein, als daß der Lehrer ein Buch, wie z. B. SCHEINERS *Populäre Astrophysik* (Teubner 1908, 718 Seiten), oder noch mehr ins einzelne gehend PRINGSHEIM „*Physik der Sonne*“ (Teubner 1910, 435 Seiten) durchgehe und sich daraus für den fortlaufenden Physikunterricht alles vormerke, was er günstigenfalls als Einzelmitteilungen einflechten zu können glaubt.

1) Es wurde z. B. an meiner „Oberstufe der Naturlehre“ seitens eines Beurteilers ein näheres Eingehen auf die Physik der Sonne vermißt. Ich erlaube mir, diesen Verzicht hier dadurch zu begründen, daß ja schon bei der Besprechung des Sonnenspektrums einiges von der Physik der Sonne unter allen Umständen zur Sprache kommt, schon weil die dunklen Linien als Absorptionslinien gedeutet werden müssen. Wer aber z. B. in SCHEINERS *Astrophysik* das neunzehnte Kapitel, *Die Sonnentheorien*, S. 396–446 – also allein 50 Seiten! – auch nur durchgeblättert hat, wird fast zaghaft werden, was von den in populären Schriften oft wie Dogmen hingestellten Lehren über die Konstitution der Sonne als so feste Wahrheit ausgesprochen werden darf, daß man sie den knappen Mitteilungen eines Lehrbuches für Schüler anvertrauen möchte. Daraus folgt aber wieder keineswegs, daß der mündliche Unterricht auf die Besprechung dieser Dinge etwa ganz verzichten solle. Nicht einmal auf Hypothesen, ja auf die Erwähnung von Irrtümern, die später und spät als solche erkannt worden sind, braucht er zu verzichten; z. B. daß noch SECCHI früher die Sonnentemperatur auf „mehrere Millionen Grad“ (SCHEINER S. 415) geschätzt hatte und daß sie jetzt auf rund 6000° geschätzt wird [wobei aber jedenfalls MACHS Rügen des kritiklosen Gebrauches von Angaben wie 6000°, –273° usw. nicht unbeachtet bleiben dürfen]. Auch z. B. auf die SCHMIDTSche Sonnentheorie (SCHEINER S. 420–422), kann gerade wegen des Paradoxen, daß der scharfe Sonnenrand nur eine Folge totaler Reflexion, also nichts Körperliches sei, gelegentlich hingewiesen werden. All das läßt sich zum Gegenstand anregender Gespräche in der Schule machen, würde sich aber im gedruckten Buch entweder zu breit oder zu dürftig ausnehmen.

Dann aber zur Art der didaktischen Darbietung: Verhehlen wir uns nicht, daß nach dieser Hinsicht dem stofflich so überaus reizvollen Gebiete der Astrophysik eine eigentümliche Gefahr anhaftet. Während wir nämlich in allem andern realistischen Unterrichte glücklich so weit sind, alles bloße Mitteilen („Vortragen“) von Wahrheiten, wie schön und wichtig sie auch immer sein mögen, doch nachgerade als die primitivste, allzu primitive Form der didaktischen Darbietung erkannt haben und an ihre Stelle, wo nur irgend möglich, das Erarbeitenlassen der Erkenntnisse durch den Schüler selbst zu setzen bestrebt sind – womöglich auch unter manueller (oder wenigstens visueller) Betätigung des Schülers selbst: kann man füglich von all den grandiosen Dingen, die man auf der Lick-Sternwarte oder sonstwo gesehen hat, dem Schüler eben doch nur erzählen und günstigenfalls von einem Teil des von anderen Gesehenen Abbildungen in Wandtafeln, Skioptikonbildern u. dgl. vorzeigen.

Wie weit aber ist's von da noch zum Erarbeiten der Erkenntnis! Das war anders sogar bei dem, was den Lehrstoff des vorausgegangenen Jahrganges ausmachte. Wenn hier aus den KEPLERSchen Gesetzen das NEWTONsche abgeleitet worden war, so konnten freilich auch nicht einmal die TYCHONischen Beobachtungen, aus denen wieder das Keplersche Gesetz gefolgt war, anders als in ein paar Worten erwähnt werden; aber wie vielseitig konnte und mußte doch der Schüler in Selbsttätigkeit versetzt werden, wenn er aus den Keplerschen Gesetzen das Newtonsche wirklich in freiem Denken (nicht nur mit der Kreide) „abzuleiten“ und dann dieses wieder auf eine kleinere oder größere Auswahl seiner unerschöpflichen astronomischen und sonstigen physikalischen Spezialfälle anzuwenden angeleitet worden ist! – Im Vergleich hiezu treten offenbar die Gelegenheiten zum Erschließen von Erklärungen mitgeteilter Tatsachen hier, im Gebiete der Astrophysik, stark zurück. Und mögen daher auch die Mitteilungen über Spiralnebel, *stellae novae* usf. ins fast Unendliche, jederzeit mit Staunen und Dankbarkeit angehört werden, so weiß man, daß sich pädagogische Erfolge solcher Art doch verflüchtigen wie beim Erregen von Gemütsbewegungen behufs vermeintlicher ethischer Belehrung. Vielleicht Belehrung ja – aber dauernde Übung in einer neuen Art des Wollens – leider nein.

Daher ergibt sich der Rat zum Maßhalten in solchen Mitteilungen, Vorzeigen von Abbildungen und was sonst dem Unter-

richt an Lehrmitteln geistiger und materieller Art zur Verfügung steht, und dieser Rat wird gewiß nicht gedeutet werden können als Mangel an Schätzung für jene großartigen Gegenstände selbst. Vielmehr knüpfen wir an jenen Rat sogleich wieder den anderen, der auch schon im I. Bande dieser Didaktischen Handbücher gerade für die höchsten und reizvollsten Gebiete der Mathematik unter dem Titel „§ 46, Wahlfreie Zugaben aus Differential- und Integralrechnung“ erteilt wurde: Gerade diese besten Dinge ja niemandem aufzunötigen, sondern dem Schüler eben „Wahlfreiheit“ zu lassen und das Bedürfnis der wirklich Verlangenden durch Hinweise auf gute Privatlektüre, mündliche Aufklärung über einzelne sich regende Zweifel einzelner u. dgl. m. zu befriedigen.

Noch einmal (wie in Bd. I, S. 310, 423) sei es gestattet, hier meiner lieben Schüler M. S. und F. H. zu gedenken; bei letzterem war es die „*Astronomie populaire*“ von FLAMMARION, die während unseres fünften (physiklosen) Jahrganges das Interesse des Fünfzehnjährigen von der kindlichen Physik der Unterstufe zu einem künftigen tieferen Interesse an mathematischer Physik hinüberleitete.

II. Was endlich die **Wiederholung** des ganzen astronomischen Lehrstoffes in der obersten Klasse betrifft, so findet auf sie alles Anwendung, was für alle anderen, nicht nur die realistischen Fächer gilt; oder – gälte, wenn wir einmal den Begriff der „Reife“ und der „Reifeprüfung“ in einem Sinn¹⁾ zu nehmen uns gewöhnt hätten, der stark abweicht von demjenigen, in dem sie nur zu lange als bloße Abschlußprüfung der Mittelschule, nicht aber als eine wirkliche Erprobung für die Freiheit der Hochschule und – für den künftigen Zwang des Lebens behandelt wurde. Die Nutzenanwendung solcher Reformgedanken speziell auf den schulmäßigen Abschluß der Astronomie geht namentlich dahin, daß es sich gewiß nicht um das Abfragen von so und so viel

1) Vgl. einiges zu diesem weitschichtigen Thema in meinem Begleitwort zur „Oberstufe der Naturlehre“ (Vieweg 1910; vgl. o. S. 278 und S. 285).

Das auf S. 21, 31 und 99 kurz erwähnte IMUK-Heft (Österr. Deleg.) von LANNER zeigt sich in dem Abschnitt „Kosmische Physik“ (S. 36–38) leider wenig verständnisvoll für die Absichten der neuen Lehrpläne mit ihrer Aufteilung der Himmelskunde auf alle Klassen der Mittelschule. „Die Astronomie versinkt damit in den unruhigen Fluten allgemeiner Salonbildung“ ([1] a. a. O. S. 36). – Nach den Gymnasialinstruktionen von 1884 (S. 173) mußte „dem Lehrer ein weiterer [1] Spielraum gewahrt bleiben, weil dieses Kapitel die Reihe der physikalischen Disziplinen abschließt und die noch erdbringende Zeit vielleicht knapp [1] bemessen ist“. – Und nach diesen guten alten Zeiten sehnt sich Herr L. zurück?!

Einzel Tatsachen, Einzelrechnungen u. dgl. m. handeln kann, sondern daß ein Modus gefunden werden muß, um bei der Reifeprüfung selbst oder, was zu einer tieferen Erprobung jedenfalls viel bessere Gelegenheiten gibt, während der letzten Monate, ja des ganzen Jahres sich davon zu überzeugen, ob der Schüler zu den astronomischen Tatsachen, wie sie ihm sein ganzes künftiges Leben immer wieder als altvertraute und zugleich neue zeigen wird, in ein wirklich vertrautes Verhältnis gekommen sei. Was sich davon in das künftige Leben mag retten lassen, wenn aller Zwang der Schule abgeworfen ist – und mehr oder minder als Zwang werden ja von einem Großteil der Schüler leider auch alle die „strengen“ Rechnungen empfunden, die dem Fachmann freilich nur der ungezwungene Ausdruck seiner schon exakt gewordenen Gedanken sind – das mag im folgenden Schlußparagraphen in gar nicht mehr schulmäßiger Form festzuhalten versucht werden. Für jetzt aber darf als eine gewiß nicht zu hohe Forderung der Schule als solcher an den erst reifenden, nicht schon reifen Schüler auch seitens der Astronomie doch wohl die gestellt werden, daß er wenigstens während seiner Lehrjahre ebenso ein wirkliches Verständnis für jeden Einzel-„Beweis“ astronomischen Inhaltes bekunde, wie auch für den ganzen Zusammenhang aller dieser Einzelheiten. Dazu gehört aber, daß der Schüler z. B. auch wirklich Rechenschaft abzugeben vermöge über das logische Verhältnis der deskriptiven Leistungen KEPLERS und der auf sie gebauten Erklärungen NEWTONS; was wir in § 20 geradezu als eine Zielleistung des Astronomie- und zugleich Logikunterrichtes des vorletzten Jahrganges dargetan haben.

Aber noch ein anderer, schon selbst nicht mehr schulmäßiger Maßstab dafür, ob dem Schüler des obersten Jahrganges der astronomische Unterricht aller vorausgehenden Jahrgänge wirklich angeschlagen habe, läge darin, wie er sich nun das ganze Jahr hindurch zu den am Himmel sich abspielenden Vorgängen verhält: ob er denn nun von selbst, nicht mehr erst durch den Lehrer im einzelnen dazu aufgefordert, Teilnahme für diese Vorgänge bekundet – ob er auf diese spontanen Vorgänge sein mehr oder minder gelehrtes Schulwissen denn auch wirklich anzuwenden vermag, so daß keine Kluft mehr bleibt zwischen der Kreide- und Schwamm-Astronomie des Schulzimmers und dem, was der Himmel selbst Tag für Tag und Nacht für Nacht den Schüler bei diesen erhabenen Schauspielen sich zu denken einladet.

Aber schon solche, eigentlich doch gewiß nicht über die Forderungen des gesunden Menschenverstandes hinausgehende Maßstäbe mögen immerhin über die Traditionen unserer „gelehrten Schulen“ (wie sie mit einem bedenklichen Nebensinn nun einmal heißen) faktisch wie etwas einstweilen noch stark Ungewohntes hinausragen und erst in eine Zukunft dieser Schulen und ihrer Beziehungen zum Leben weisen. Daher mag auch der folgende Schlußparagraph einige ungewohnte Paradoxa nicht scheuen.

§ 22. Schlußbetrachtungen. Astronomie fürs Leben.

Den letzten Paragraph des I. Bandes dieser Didaktischen Handbücher: „Mathematische Bildung und allgemeine Bildung“ haben wir – nach Klagen und Anklagen des Astronomen LITROW über die geringe Verbreitung mathematischer Bildung – ausklingen lassen in Worten – GOETHEs, des großen Nichtmathematikers; und die letzten Worte jenes Bandes verweisen auf den vorliegenden: „Doch da hier von Mathematik im Hinblick auf die Astronomie die Rede ist, so gibt uns schon der II. Band dieser Didaktischen Handbücher Gelegenheit, auf das feierlich angekündigte Paradoxon zurückzukommen.“

Gemeint waren in diesen Andeutungen – die noch bei weitem nicht das Stärkste betrafen unter den Äußerungen, auf die (und wohl meist sogar: an denen sich) der an Mathematik und Astronomie gewöhnte Leser GOETHEscher Schriften nicht selten stößt – folgende noch viel geheimnisvoller klingende Stellen aus den „Wanderjahren“ (erstes Buch, zehntes Kapitel):

„Wie man von dem Dichter sagt, die Elemente der sittlichen Welt seien in seiner Natur innerlichst verborgen und hätten sich nur aus ihm nach und nach zu entwickeln, daß ihm nichts in der Welt zum Anschauen komme, was er nicht vorher in der Ahnung gelebt: ebenso sind, wie es scheinen will, Makarien die Verhältnisse unseres Sonnensystems von Anfang an, erst ruhend, sodann sich nach und nach entwickelnd, fernerhin sich immer deutlicher belebend, gründlich eingeboren. Erst litt sie an diesen Erscheinungen, dann vergnügte sie sich daran, und mit den Jahren wuchs das Entzücken. Nicht eher jedoch kam sie hierüber zur Einheit und Beruhigung, als bis sie den Beistand, den Freund gewonnen hatte, dessen Verdienst Sie auch schon genugsam kennen lernten.

Als Mathematiker und Philosoph ungläubig von Anfang, war er lange zweifelhaft, ob diese Anschauung nicht etwa angelernt sei; denn Makarie mußte gestehen, frühzeitig Unterricht in der Astronomie genossen und sich leidenschaftlich damit beschäftigt zu haben. Daneben berichtete sie aber auch, wie sie viele Jahre ihres Lebens die inneren Erscheinungen mit dem äußeren Gewahrwerden zusammengehalten und verglichen, aber niemals hierin eine Übereinstimmung finden können.

Der Wissende ließ sich hierauf dasjenige, was sie schaute, welches ihr nur von Zeit zu Zeit ganz deutlich war, auf das genaueste vortragen, stellte Berechnungen an und folgerte daraus, daß sie nicht sowohl das ganze Sonnensystem in sich trage, sondern daß sie sich vielmehr geistig als ein integrierender Teil darin bewege. Er verfuhr nach dieser Voraussetzung, und seine Calculs wurden auf eine unglaubliche Weise durch ihre Aussagen bestätigt.“

[Hierzu noch die weiteren Enthüllungen im dritten Buch, fünftes Kapitel.]

Wird eine Didaktik des astronomischen Unterrichtes, die ihre ernste Arbeit hinter sich hat, sich die Kühnheit gestatten dürfen, auch dieses kühne Spiel des Dichters mit Ahnungen vom Universum, von einer Vereinheitlichung der physischen und psychischen Welt, des Makro- und Mikrokosmos, noch ernst zu nehmen — so ernst, daß es uns die Schlußbetrachtung dieses Stückes einer realistischen Didaktik abgeben kann?

Vielleicht findet sich der freundliche Leser dieses Bandes am schnellsten in den Gedanken- und Gefühlskreis hinein, aus dem heraus eine solche Beziehung unserer strengen Wissenschaft zur Ideenwelt des Dichters in diesem letzten wie im ersten Paragraph dieses Bandes gewagt wurde und wird, wenn wir die folgenden Schlußworte eines Vortrages über „Einige nähere und fernere Ziele für die Weiterbildung des physikalischen Unterrichtes am Gymnasium“¹⁾ hier wiedergeben. Ich sagte damals auf der 66. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, die 1894 zu Wien getagt hat, unter dem tiefen Eindrucke von HELMHOLTZ' soeben erfolgtem Tod, nach Erörterung einiger Beziehungen zwischen HELMHOLTZ' Rede „Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen“ (1892) und den Bedürfnissen unseres naturwissenschaftlichen Unterrichtes:

1) Abgedruckt in der Ztschr. f. d. physikal. u. chem. Unterr. VI. Jahrg. 1894.

„Noch viel einfachere, schlichtere und doch noch unvergleichlich weitertragende Dinge sind es, die mir vorschweben, wenn ich von einem Eindringen Goetheschen Geistes in die Naturlehre unserer Schulen spreche. Damit wir nach den Worten von GOETHEs großem Apologeten HELMHOLTZ nun auch den Meister selbst vernehmen, bitte ich Sie, sich des Berichtes aus 'Dichtung und Wahrheit' über den Eindruck zu erinnern, den auf GOETHE und seine Genossen in der Straßburger Zeit '*Le système de la nature*' gemacht hat:

'System der Natur ward angekündigt, und wir hofften also wirklich etwas von der Natur, unserer Abgöttin, zu erfahren. Physik und Chemie, Himmels- und Erdbeschreibung, Naturgeschichte und Anatomie, und so manches andere hatte nun seit Jahren und bis auf den letzten Tag uns immer auf die geschmückte große Welt hingewiesen, und wir hätten gern von Sonnen und Sternen, von Planeten und Monden, von Bergen, Tälern, Flüssen und Meeren, und von allem, was darin lebt und webt, das Nähere, sowie das Allgemeinere erfahren. Daß hierbei wohl manches vorkommen müßte, was dem gemeinen Menschen als schädlich, der Geistlichkeit als gefährlich, dem Staat als unzulänglich erscheinen möchte, daran hatten wir keinen Zweifel, und wir hofften, dieses Büchlein sollte nicht unwürdig die Feuerprobe bestanden haben. Allein wie hohl und leer ward uns in dieser tristen, atheistischen Halbnacht zu Mute, in welcher die Erde mit allen ihren Gebilden, der Himmel mit allen seinen Gestirnen verschwand! Eine Materie sollte sein von Ewigkeit, und von Ewigkeit her bewegt, und sollte nun mit dieser Bewegung rechts und links und nach allen Seiten, ohne weiteres, die unendlichen Phänomene des Daseins hervorbringen. Dies alles wären wir sogar zufrieden gewesen, wenn der Verfasser wirklich aus seiner bewegten Materie die Welt vor unsern Augen aufgebaut hätte. Aber er mochte von der Natur so wenig wissen, als wir: denn indem er einige allgemeine Begriffe hingepfahl, verläßt er sie sogleich, um dasjenige, was höher als die Natur, oder als höhere Natur in der Natur erscheint, zur materiellen, schweren, zwar bewegten, aber doch richtungs- und gestaltlosen Natur zu verwandeln, und glaubt dadurch recht viel gewonnen zu haben. — Wenn uns jedoch dieses Buch einigen Schaden gebracht hat, so war es der, daß wir aller Philosophie, besonders aber der Metaphysik, recht herzlich gram wurden und blieben, dagegen aber aufs lebendige Wissen, Erfahren, Tun und Dichten uns nur desto lebhafter und leidenschaftlicher hinwarfen.'

'Die geschmückte große Welt'! — dürfen wir sagen, daß unser naturwissenschaftlicher Unterricht unsere Schüler mit dem frohen Bewußtsein aus der Schule entlasse, 'von Sonnen und Sternen, von Planeten und Monden, von Bergen, Tälern, Flüssen und Meeren, und von allem, was darin lebt und webt, das Nähere, sowie das Allgemeinere erfahren' zu haben? — Auf einem sehr kleinen, eng begrenzten Gebiet

hat unsere Unterrichtsverwaltung jetzt vor zwei Jahren¹⁾ einen Schritt nach dieser Richtung vorwärts getan, indem sie auf die Erscheinungen hinwies, 'die sich spontan in der Natur abspielen'. Das gilt bisher nur für die unteren Klassen. Werden wir in den oberen mit oder ohne Instruktionen es dahin bringen, daß unsere Schüler, auch wenn wir zu Kreide und Schwamm greifen müssen, unsere mathematischen Entwicklungen noch als einen Zug zur Vervollständigung, Vertiefung, ja Belebung jenes Bildes von der 'geschmückten großen Welt' erkennen? Darf man GOETHE'S Naturlehre einen Mangel vorwerfen, so ist es der, daß er das Bedürfnis nicht empfand, das 'Quantitative der Erscheinungen mit eben solcher Anschaulichkeit zu erfassen, wie sonst sein Auge jeder Mannigfaltigkeit des Erschaubaren liebevoll gefolgt ist. Ich vermag mich nicht davon zu überzeugen, daß es GOETHE durch eine notwendige Beschränkung seiner Natur und nicht vielmehr durch zufällige Mängel seines Bildungsganges, nämlich vor allem eben schon durch jene abstrakte Manier der theoretischen Physik seiner Zeit, versagt war, mit einem Blick seines geistigen Auges²⁾ etwa diejenigen Unterschiede einer parabolischen und einer hyperbolischen Kometenbahn zu erfassen und sich ihrer zu erfreuen, die wir bestrebt sind durch einen freilich mühsamen analytischen Apparat schon unsere siebzehnjährigen Schüler erschauen zu lassen? Wenn wir diese die Schwierigkeiten solcher Aufgaben mit einem im ganzen so guten Erfolg bewältigen sehen, warum sollten wir verzagen, ihnen auch die Schönheiten des Gegenstandes voll zu erschließen? Wenn ich der Pflege des Beschreibens der Phänomene (z. B. dem Beginne der Mechanik mit bloßer Phoronomie statt mit abstrakten Kraftdefinitionen u. dgl.) das Wort rede, so will ich gewiß nicht auf alles dasjenige Interesse verzichten wissen, das erst mit dem Erklären der Erscheinungen seine volle Befriedigung findet. Aber lassen wir uns es gesagt sein: Wer Erklärungen, z. B. das kopernikanische Weltsystem vorbringt, ehe die Tatsachen selbst, die sogenannten scheinbaren Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten bekannt sind, der betrügt sich und die von ihm Unterwiesenen um die eine wie um die andere intellektuelle Freude, um die Freude am Phänomen wie um die an der Theorie. Lassen wir uns denn auch in solchen letzten höchsten Prinzipien immer wieder vor allem durch unsere Wissenschaft selbst die Wege weisen, halten wir das Auge offen für die Beziehungen,

1) Gemeint waren die Lehrpläne von 1892 für die Unterstufe, bei deren Beratung ich für jenes „spontan“ erst noch Kämpfe zu bestehen gehabt hatte.

2) Sollten nicht die geheimnisvollen Symbole der wunderherrlichen Gestalt Makariens (Wanderjahre, erstes Buch, zehntes Kapitel und drittes Buch, fünftes Kapitel) als eine Ahnung des Dichters vom tiefsten Wesen mathematischer Anschauung gedeutet werden dürfen? Etwa wie ja auch Musik seinem Ohre versagt schien, und doch der Schluß des zweiten Faust vom Geiste erhabenster Musik getragen ist. [Anmerkung im Vortrage von 1894.]

die sich zwischen der weiterschreitenden Wissenschaft und uralten Gütern der Menschheit um so kräftiger knüpfen, je weiter jener Fortschritt vordringt . . .“

Galten jene Worte zunächst allgemein dem physikalischen Unterricht, so mag es dem astronomischen im besonderen zur Herzstärkung dienen, daß, wo GOETHE von „Natur“ in einem durch keine wissenschaftliche Definition und vollends durch kein metaphysisches Vorurteil eingeschränkten Sinne spricht, es immer wieder an erster Stelle „die Sonnen und Sterne, die Planeten und Monde“ sind, an die ihn das Wort „Natur“ denken läßt. Es wäre dies allein schon eine Rechtfertigung, daß der erste der Bände dieser „realistischen Handbücher“, die (nach der „daseinsfreien“ Mathematik) alle von Wirklichkeit und Wirklichkeitsunterricht zu handeln haben, die Himmelskunde und astronomische Geographie behandelt hat; wie denn auch in jenen GOETHE-Worten wieder den „Sonnen, Sternen, Planeten, Monden“ sogleich die „Berge, Täler, Flüsse, Meere“ folgen. — Also dieselbe typische Gedankenfolge wie in der ersten und zweiten Strophe des „Prolog im Himmel“, mit denen wir diesen Band zu eröffnen wagten: „Die Sonne . . . in Brudersphären“ und „der Erde Pracht“. Sollte die erhabenste Dichtung nur zufällig mit unserer Abfolge: „Himmelskunde und astronomische Geographie“ als II. Band und „Physische Geographie“ als III. Band zusammenstimmen?

Aber diese naheliegenden Beziehungen zwischen dem vorbildlichen Schauen und Denken des Dichters und dem ihm innerlich wesensverwandten des Kindes, Knaben und Jünglings, das wir auf naturgemäßestem Wege mit der Natur vertraut machen wollen, würden es noch lange nicht rechtfertigen, Makariens Geist für die letzten Ziele unseres astronomischen Unterrichtes zu beschwören. Er wird uns aber nahetreten und willig seine Geheimnisse enthüllen, wenn wir uns endgültige Rechenschaft geben, was alle Reform des Unterrichtes der Himmelskunde und astronomischen Geographie in unseren höheren Schulen schließlich zu erreichen im günstigen Falle hoffen darf. Es sollte sich dabei von selbst verstehen, daß wir gemäß dem *Non scholae sed vitae discendum* zum Maßstabe nicht das am letzten Schultage (oder gar während der fälschlich als „Reifeprüfung“ bezeichneten Schauprüfung) zufällig parate Wissen machen müssen, sondern einzig entscheidend die Anschauungs- und Denkgewohnheiten des Mannes während seines ganzen späteren Lebens.

Werden die aus unseren Schulen hervorgegangenen „allgemein Gebildeten“ später doch wieder blind und stumpf für die Wunder des Himmels, so ist während der Schuljahre einfach vergeblich gelehrt und gelernt worden (alle Ausreden auf eine wenigstens „formale Bildung“ mittels Astronomielernens verfangen hier noch weniger als bei der Entschuldigung eines dürrn und darum erfolglosen Mathematikunterrichtes). Aber malen wir uns einmal als Frucht unserer Reformen einen Zustand aus, in dem alle durch unsere Mittelschulen bis zu wirklicher „Reife“ für alle höheren geistigen Interessen Emporgeführten, d. h. kurz: unsere wahrhaft „Gebildeten“, nun wieder – wie in Vorzeiten die Schiffer und Hirten – auf vertrautem Fuß mit den himmlischen Erscheinungen wenigstens so weit stehen: Sie werden auch ohne immer erneute Blicke in den Kalender, vielmehr dank jederzeit bereiter Erinnerungsvorstellungen von einem vor einigen Tagen oder Wochen empfangenen Eindruck einer Planetenstellung, von der zum Gesamtbilde jeder „Jahreszeit“ gehörigen Stellung des Fixsternhimmels zu bestimmten Stunden des Abends und der Nacht, einer Erwartungsvorstellung von der heutigen Mondphase auch nach Tagen und Wochen bewölkten Himmels usw. sich so unmittelbar und sicher bewußt sein, wie etwa des Tagesdatums und der täglichen Berufspflichten. Wenn solch anspruchslose, aber treue, vielseitige und allzeit dienstbare, die alltägliche Erdenmüh' bald unter, bald über der Schwelle des Bewußtseins begleitende Anschauungsbilder von den jeweiligen Vorgängen und Zuständen des gestirnten Himmels dem geistigen Auge auch dann vorschwebten, falls das leibliche einmal behindert ist, zum Himmel emporzublicken – wenn überdies das „Himmelsbild“ so in die ganze „Weltanschauung“ eingegangen wäre, daß nach KANTS Worten „der gestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir“ in der Tat ganz unmittelbar als erhabene Analogien gefühlt und begriffen werden: ließen sich nicht auch auf eine solche künftige Gemeinschaft „allgemein“, also auch nur soweit „astronomisch Gebildeter“ die geheimnisvollen Worte des Dichters anwenden,

„daß sie nicht sowohl das ganze Sonnensystem in sich trage, sondern daß sie sich vielmehr geistig als ein integrierender Teil drin bewege“?

VIER ANHÄNGE.

Anhang I: Drei Lesestücke aus WHEWELL, Geschichte der induktiven Wissenschaften:

1. Kugelgestalt der Erde.
2. Erdmessungen.
3. Aufstellung der Theorie der Epizykel. — Exzentrischer Kreis der Sonne. — Exzentrischer Kreis des Mondes.

Zugabe von WILHELM FOERSTER zu den drei Lesestücken aus WHEWELL: Vorgeschichtliches und Geschichtliches über Erdgestalt, Erdmessung und exzentrischen Sonnenkreis.

Anhang II: Wiederabdruck zweier Gymnasial-Programme:

1. Welche Himmelserscheinungen während der Schuljahre 1889 und 1890 von den Schülern der dritten und vierten Klasse beobachtet worden sind.
2. Welche Himmelserscheinungen des Schuljahres 1896/97 von unseren Schülern beobachtet worden sind. Mit Beschreibung einer Schülersternwarte.

Anhang III: Eine Blütenlese aus approbierten Lehrbüchern der Geographie und der Physik.

Anhang IV: Zur Literatur. Die Abhandlungen und Anzeigen zur Didaktik der Himmelskunde

1. aus der Zeitschrift „Himmel und Erde“ 1888—1912.
2. aus der Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht 1888—1912.

BEMERKUNGEN.

Zu Anhang I: Der Text der Lesestücke aus WHEWELL lehnt sich möglichst eng an die nach der zweiten Ausgabe (1835) durch LITTROW veröffentlichte deutsche Übersetzung (1840). Es hat aber auf meine Bitte Dr. KARL NEISSER diese Littrowsche Übersetzung verglichen mit der dritten (letzten englischen, nicht ins Deutsche übersetzten) Ausgabe von WHEWELLS Geschichte der induktiven Wissenschaften. — Es sei bei dieser Gelegenheit angeregt, ob nicht überhaupt eine deutsche Übersetzung der astronomischen Abschnitte aus WHEWELLS Geschichte, die gerade in diesen Teilen noch nicht veraltet ist, willkommen wäre?

Zu Anhang II: Die beiden Programme sind erschienen in den Jahresberichten des Gymnasiums der Theresianischen Akademie in Wien für 1890 und 1897 (— nicht auch in Sonderausgaben, um die ich öfters angegangen wurde).

Zu Anhang III: Die „Blütenlese“ ist zum Teil entnommen einem Aufsatz von AD. JOS. PICK in Dittes Pädagogium 1887, teils einer seit Jahren von Professor OPPENHEIM angelegten, auf Vollständigkeit keinen Anspruch machenden Sammlung; Herr Kollege OPPENHEIM hat sie auf meine Bitte der „Didaktik der Himmelskunde und astronomischen Geographie“ zur Verfügung gestellt. — Von einer Angabe der Büchertitel und Verfassernamen haben PICK, OPPENHEIM und ich abgesehen, denn es handelt sich uns rein nur um die Sache: Diese aber besteht einerseits in dem dokumentarischen Nachweis, wieviel doch noch zu einer gesunden Didaktik seit Jahrzehnten bis auf die jüngste Gegenwart gefehlt haben und fehlen muß, wenn diese in sich mehr als einfachen und primitiven Dinge noch mit größten Sinnlosigkeiten inhaltlicher wie formeller Art sogar in approbierten Lehrbüchern vor Schüleraugen gebracht werden können; andererseits aber in der positiven Absicht, nach dem Grundsatz *Ex errore discimus* die verfehlten Definitionen, Beschreibungen usw. im Unterricht als „Denkaufgaben“ für die Schüler verwenden zu lassen, indem diese angeleitet werden, den jeweiligen Fehler klar aufzuzeigen und sachlich und sprachlich exakt zu verbessern (wie es KOPPE u. a. empfiehlt angesichts der oben, S. 164, Anm. mitgeteilten falschen Beschreibungen).

Zu Anhang IV: Aus den auf Seite 1, Anm. 1, angegebenen Gründen wurde die Aufstellung eines einigermaßen vollständigen Literaturverzeichnisses zur Didaktik der Himmelskunde und astronomischen Geographie nicht versucht. Solche Verzeichnisse finden sich mehr oder minder vollständig in mehreren, innerhalb des Textes unserer Darstellung angeführten Schriften; z. B. jüngstens in dem auf Seite 32 angeführten IMUK-Hefte von BERNHARD HOFFMANN. — Dagegen dürften die beiden Verzeichnisse, die nach meiner Anleitung die Hörer des Kollegs „Didaktik der Himmelskunde (1909/10)“ und Mitglieder des pädagogischen Seminars, Dr. Jos. OBRIST, Dr. Jos. KRUG und R. STERNISTE, aus zwei der größten und angesehensten Zeitschriften zusammengestellt haben, mehr als bloße Titelsammlungen geben, indem die angeführten Abhandlungen und Anzeigen selbst wieder den ganzen Stoff unter vielseitigen gegenständlichen und didaktischen Gesichtspunkten zur Besprechung brachten; so daß, wer auch nur einen Teil der angeführten Besprechungen durchliest, einen im ganzen recht anschaulichen Eindruck von den gegenwärtigen Ansichten über das, was einer populären und einer schulmäßigen Himmelskunde nottut und was für sie schon geleistet ist, gewinnen dürfte.

Anhang I.

Aus WHEWELL, Geschichte der induktiven Wissenschaften. I. Band, Drittes Buch,
Erstes Kapitel, 9. Abschnitt.

Kugelgestalt der Erde.

Die Begründung der Kugelgestalt der Erde ist als ein wichtiger Schritt der Astronomie betrachtet worden, da sie die erste von jenen Überzeugungen enthält, die mit dem offenbaren Sinnenscheine im Widerspruche steht und dessenungeachtet von der Wissenschaft über alle Zweifel erhoben wird. Dem Menschen den Glauben aufzudrängen, daß die Begriffe von „Oben“ und „Unten“ sich bloß auf verschiedene Richtungen in verschiedenen Stellen beziehen; daß das Meer, anscheinend so eben, doch konvex ist, daß die Erde, die uns auf so festem Grund zu ruhen scheint, doch ganz und gar ohne Unterstützung ist: dies sind allerdings große Triumphe des entdeckenden sowohl, wie auch des die anderen belehrenden Geistes. Man wird dies nicht leugnen können, wenn man bedenkt, daß vor noch nicht sehr langer Zeit die Lehre von den Antipoden für monstros und ketzerisch verschrien worden ist.

Und doch führt die Verschiedenheit der Lage des Horizonts an verschiedenen Orten der Oberfläche der Erde schon jeden Anfänger in der Astronomie auf die Annahme einer kugelförmigen Erde. ANAXIMANDER soll als erster unsere Erde kugelförmig und zugleich frei im Raume schwebend angenommen haben, sowie er auch eine Kugel konstruiert haben soll, auf welcher man die Länder und Meere der Erde sehen konnte. Da wir aber die Beweise, die er für seine Behauptung gebraucht haben mag, nicht kennen, so können wir auch über den Wert derselben nicht urteilen. Vielleicht war dieser sein Satz nicht besser begründet als der, den ihm DIOGENES LAERTIUS ebenfalls zuschreibt, daß die Erde die Gestalt einer Säule oder eines Pfeilers habe. Wahrscheinlich wurden diese Verteidiger der Kugelgestalt der Erde durch die Bemerkung

darauf geführt, daß die geographischen Breiten oder die Polhöhen an verschiedenen Orten der Erde ebenfalls verschieden sind. Sie mochten gefunden haben, daß der Weg, den sie auf der Erde von Nord gen Süd zurücklegen, dem Wege proportional ist, welchen ihr Horizont, während einer solchen Reise, am Himmel beschrieb, und da dieser Horizont für jeden Ort der Erde eine wasserrechte oder tangierende Lage hat, so konnten sie leicht auf die Ansicht kommen, daß die Erde in der Mitte der himmlischen Kugel aufgestellt und selbst wieder eine ähnliche, nur kleinere Kugel ist.

Bei ARISTOTELES findet man diese Lehre schon so bestimmt ausgedrückt, daß man ihn für den ersten Begründer derselben ansehen kann. „Was die Gestalt der Erde betrifft,“ sagte er, „so muß sie eine Kugel sein.“ Er beweist dies zuerst durch das abwärts gerichtete Streben aller Dinge an allen Orten der Erde und setzt dann hinzu: „Dazu kommt noch das Zeugnis der Sinne. Denn wenn die Erde keine Kugel wäre, so würden die Mondfinsternisse keine so gestalteten Ausschnitte in diesem Gestirne zeigen; denn die Schattengrenze des Mondes nimmt im Laufe eines Monats verschiedene Gestalten an, die einer geraden Linie, die einer konvexen und dann wieder einer konkaven Linie, aber zur Zeit der Finsternis ist diese Grenze immer konvex. Da nun eine Mondfinsternis durch den Erdschatten entsteht, so muß diese Erde selbst die Gestalt einer Kugel haben. Auch folgt aus der Erscheinung der Sterne über dem Horizont, daß diese Gestalt kugelförmig und zugleich, daß diese Kugel selbst nicht eben sehr groß sein kann. Denn wenn man auch nur wenig gen Süd oder gen Nord fortgeht, so ändert sich der Kreis des Horizonts sogleich auffallend, so daß die über unserem Scheitel stehenden Sterne sich sofort von diesem entfernen. Ebenso werden mehrere (südliche) Sterne in Ägypten und Zypern noch gesehen, die man in den nördlicher liegenden Ländern nicht mehr sieht, und wieder andere Sterne, die gegen Norden liegen, bleiben in den nördlichen Gegenden der Erde während ihres ganzen täglichen Laufes über dem Horizont, wogegen sie in den südlichen Gegenden gleich allen andern auf- und untergehen. — Die Mathematiker, die den Umfang der Erde durch Schlüsse bestimmen wollen, geben denselben zu 400,000 Stadien an, woraus wir denn folgern, daß die Gestalt der Erde nicht nur sphärisch, sondern daß auch ihr Volumen nur gering ist, wenn man sie mit dem Himmel vergleicht.“

Diese Wahrheit, einmal aufgefaßt, konnte dann auch leicht noch

durch andere Gründe verteidigt und bestätigt werden, wie wir derselben in mehreren Schriftstellern finden. So sagt z. B. PLINIUS, „daß alle Dinge einen Hang haben, nach dem Ort der schweren Körper zu fallen, und da dieser Ort der Mittelpunkt der Erde ist, daß diese Erde selbst keinen solchen Hang haben kann; ferner, daß die Unebenheiten der Oberfläche der Erde so gering sind, daß sie keinen wesentlichen Einfluß auf die Gestalt der Erde haben können; daß die Wassertropfen von selbst die Kugelform annehmen; daß die Grenzen des Meeres herabfallen müßten, wenn die Oberfläche desselben nicht ebenfalls abgerundet wäre; daß wir von entfernten Schiffen zuerst die obersten Teile erblicken, was ebenfalls die runde Gestalt der Erde beweist“ u. s. f. – Dieselben Sätze werden auch in unseren Tagen noch in den Schulen vorgetragen, so daß also schon in jenen frühen Zeiten gleichsam die Schätze gesammelt worden sind, die jetzt noch einen Teil unserer Wissenschaft bilden.

Aus WHEWELL, I. Band, Drittes Buch, Viertes Kapitel, 5. Abschnitt.

Erdmessungen.

Nur wenige Versuche wurden in dieser Epoche gemacht, die den Zweck hatten, die ersten Entdeckungen der früheren Astronomen von Alexandrien zu erweitern oder auch nur zu bestätigen. Eine Frage beschäftigte besonders die Aufmerksamkeit der besseren Köpfe dieser und auch wohl aller Zeiten: die Größe der Erde, deren Gestalt bereits allgemein als kugelförmig angenommen war. Die Chaldäer hatten in einer viel früheren Zeit behauptet, daß ein Mann den Umfang der ganzen Erde binnen einem Jahre zurücklegen würde. Allein dies war bloß eine auf nichts begründete Sage. – Der Versuch des ERATOSTHENES aber, dieses Problem zu lösen, beruhte auf vollkommen richtigen Gründen. Die Stadt Syene lag unter dem Wendekreise, weil dort, am Tage der Sonnenwende, alle senkrechten Gegenständen keinen Schatten mehr warfen, und weil ein senkrechter Brunnen an diesen Tagen bis an seinen Boden von der Sonne beschienen wurde. Zu Alexandrien aber war die Sonne, an denselben Tagen um die Zeit des Mittags, noch um den fünfzigsten Teil der Peripherie, oder um $7\frac{3}{10}$ Grade von dem Zenit entfernt. Beide Städte lagen nahe in demselben Meridian und ihre Distanz wurde durch die königlichen Straßenaufseher zu 5000 Stadien bestimmt. Daraus schloß ERATOSTHENES, daß der

Umkreis der Erde 250.000, und daß ihr Halbmesser 40.000 Stadien betrage. ARISTOTELES, der ein Jahrhundert vor ERATOSTHENES lebte, sagt, daß die Geometer den Umkreis der Erde zu 400.000 Stadien angegeben haben, und HIPPARCH, 150 Jahre nach ERATOSTHENES, war der Ansicht, daß das Resultat des letzteren um seinen zehnten Teil vergrößert, also der Umfang der Erde auf 275.000 Stadien gebracht werden sollte. — POSIDONIUS, der berühmte Freund Ciceros, machte einen anderen Versuch zu demselben Zwecke. Zu Rhodus erschien der Stern Canopus eben noch am Horizont; zu Alexandrien erhob er sich am Mittag schon bis zu dem 48sten Teil der Peripherie. Auch diese beiden Orte liegen nahe in demselben Meridian, und ihre Distanz beträgt 5000 Stadien, woraus POSIDONIUS den Umkreis der Erde zu 240.000 Stadien ableitete. — Wir können aber alle diese Messungen nicht als genau betrachten, da wahrscheinlich auf die Messung der geradlinigen Distanz der beiden Endpunkte keine große Sorgfalt verwendet worden ist. Auch ist die Größe des zu diesen Messungen angewendeten Stadiums nicht genau bekannt.

Als die Araber im neunten Jahrhundert die vorzüglichsten Bebauer der Astronomie wurden, wiederholten sie diese Messungen mit größerer Genauigkeit. Unter dem Kalifen Almamon wurde die weite Ebene von Singiar in Mesopotamien zu dieser Unternehmung ausgewählt. Die arabischen Astronomen teilten sich daselbst in zwei Gesellschaften, von welchen die eine unter der Anführung des Chalid ben Abdolmalik stand, während die andere der Leitung des Alis ben Isa übergeben wurde. Die eine derselben ging in der Richtung des Meridians nördlich, die andere südlich, ihren zurückgelegten Weg durch unmittelbare Anlegung ihrer Meßstangen bezeichnend, bis jede einen vollen Grad auf der Oberfläche der Erde vollendet hatte. Sie fanden diese zwei Grade, den einen 56 und den andern $56\frac{3}{8}$ Meilen, die Meile zu 4000 Ellen (Cubitus) gerechnet. Um allen Zweifel über das von ihnen gebrauchte Maß zu entfernen, wird gesagt, daß damit der sogenannte schwarze Cubitus gemeint sei, der 27 Zolle enthielt, wo jeder Zoll sechsmal die Dicke eines Gerstenkorns beträgt.

Aus WHEWELL, I. Band, Drittes Buch, Drittes Kapitel, 1. Abschnitt.

Aufstellung der Theorie der Epizykel.

Obschon die Idee der Epizykel bereits zu PLATOS Zeiten bestand, und obschon die Nachfolger desselben sich an dem neuen

Problem auf mannigfaltige Weise zu üben gesucht hatten, so müssen wir doch HIPPARCH als den eigentlichen Entdecker und Begründer dieser Theorie betrachten, da er sich nicht, wie jene, begnügte, bloß die Möglichkeit einer Darstellung der himmlischen Bewegungen durch Kreise zu behaupten, sondern da er die Wirklichkeit, ja die Notwendigkeit dieser Darstellung bewies und da er zugleich die wahren Größen und Verhältnisse dieser Kreise durch Rechnung bestimmt hatte. Mit Recht sagt man, „daß derjenige eine Sache entdeckt, der ihre Wahrheit zuerst beweist“; nicht bloß, weil eine jede Theorie, ehe sie als wahr erwiesen wird, keinen Vorzug vor allen den anderen Meinungen, unter welchen sie herumirrt, besitzt, sondern vielmehr, weil erst derjenige, der sich ihrer auf dem Wege der Rechnung bemächtigt, sie allein mit derjenigen klaren Bestimmtheit besitzt, wodurch sie, sozusagen, erst sein Eigentum wird.

Um diese Theorie der Epizykel in der Tat aufzustellen, war es notwendig, die Größe, die Distanz und die Lagen aller dieser Kreise oder Sphären zu bestimmen, in welchen sich die Himmelskörper bewegen, und zwar so zu bestimmen, daß dadurch die scheinbar unregelmäßigen Bewegungen dieser Körper den Beobachtungen gemäß dargestellt werden. Die beste Einsicht in die Schwierigkeiten dieses Problems werden wir erhalten, wenn wir uns die in der Tat statthabenden Bewegungen dieser Körper, die wir nun vollständig kennen, näher vorstellen wollen. Die wahre Bewegung der Erde um die Sonne, also auch die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne um die Erde geht nicht, wie man früher glaubte, in einem Kreise vor sich, dessen Mittelpunkt die Erde ist, sondern sie geschieht in einer Ellipse, in deren Mittelpunkt die Erde nicht ist, und die Geschwindigkeit der Sonne ist am größten, wenn sie diesem Orte der Erde im Innern der Ellipse am nächsten kommt. Man könnte statt dieser Ellipse auch wohl noch einen Kreis annehmen, wenn man nur die Erde nicht in den Mittelpunkt dieses Kreises setzt, denn auch dann würde die Sonne eine desto größere Geschwindigkeit haben, je näher sie demjenigen Punkte ihrer Peripherie (dem Perigäum) kommt, welcher zunächst bei der Erde steht. Eine solche kreisförmige Bahn wurde von den Alten eine exzentrische genannt, sowie man die Distanz der Erde von dem Mittelpunkte dieses Kreises die Exzentrität hieß. Man kann durch eine leichte geometrische Betrachtung zeigen, daß ein solcher exzentrischer Kreis ganz dieselbe schein-

bare Bewegung der Sonne geben würde wie ein kreisförmiger Epizykel, in dessen Peripherie sich die Sonne gleichförmig bewegt, während der Mittelpunkt dieses Epizykels wieder gleichförmig in der Peripherie eines anderen Kreises einhergeht, in dessen Mittelpunkt die Erde steht. Auch hat schon PTOLEMAUS (im dritten Buch seines *Almagests*) diese Identität des exzentrischen Kreises mit den Epizykeln vollständig erkannt.

Exzentrischer Kreis der Sonne.

Nachdem HIPPARCH deutlich erkannt hatte, daß sich auf diese Weise die Bewegung der Sonne den Beobachtungen gemäß darstellen lasse, so war es nun seine Sache, um die Möglichkeit der Hypothese zur Wirklichkeit zu erheben, von diesem exzentrischen Kreise, in welchem sich die Sonne bewegen sollte, erstens die Exzentrizität, zweitens den der Erde nächsten Punkt der Peripherie oder das Perigäum (Erdnähe) und endlich drittens die Epoche anzugeben, zu welcher die Sonne in dieses Perigäum tritt. Nur durch die gehörige Angabe dieser drei Elemente der Sonnenbahn konnte er die Wahrheit seiner epizyklischen oder, was dasselbe ist, seiner exzentrischen Hypothese genügend beweisen. Und dies hat er auch in der Tat getan und sich eben dadurch in den Stand gesetzt, fortan den Ort und die Geschwindigkeit der Sonne für jede künftige Zeit durch Rechnung vorauszubestimmen, oder mit anderen Worten, eine Sonnentafel zu konstruieren, aus der man den Ort der Sonne unter den Gestirnen des Himmels für jede vergangene oder folgende Zeit berechnen konnte. Diese Tafeln, die uns PTOLEMAUS mitteilt, enthalten die Anomalie oder die Ungleichheit der Bewegung der Sonne, und zwar mit Hilfe der Prosthaphäresis (unserer heutigen Mittelpunktsgleichung), die für jede Distanz der Sonne von dem Perigäum zu ihrer mittleren (oder gleichförmigen) Bewegung hinzugesetzt werden muß, um die wahre Bewegung derselben zu erhalten, wie sie uns von der exzentrischen Lage der Erde aus in der Tat erscheint.

Mancher Leser wird vielleicht glauben, daß die Berechnung eines Sonnenortes für jede vergangene oder künftige, auch noch so weit von uns entfernte Zeit, die Kenntnis einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen der Sonne, die man zu allen Jahreszeiten angestellt hat, voraussetzen muß. Allein dies ist keineswegs der Fall, und eben darin tat sich der Genius des Erfinders dieser Theorie, wie dies bei allen solchen Gelegenheiten geschieht,

hervor, daß er durchschaute, auch schon eine sehr kleine Anzahl von Beobachtungen reiche vollkommen hin, die Wahrheit seiner Hypothese für alle Zeiten zu beweisen. Zwei beobachtete Äquinoktien und ein Solstitium genügten dem Geiste Hipparchs, um seinen großen Zweck zu erreichen. „Er bemerkte,“ sagte PTOLEMAUS, „daß die Zeit von dem Frühlingsäquinoktium zu dem Sommersolstitium $94\frac{1}{2}$ Tage, die von dem Sommersolstitium aber zu dem Herbstäquinoktium nur $92\frac{1}{2}$ Tage betrage, und aus diesen zwei Beobachtungszeiten wußte er den Schluß abzuleiten, daß die gerade Linie, welche den Mittelpunkt des exzentrischen Kreises der Sonne mit dem Mittelpunkt des Zodiakus (d. h. mit dem Mittelpunkt der Erde) verbindet, den vierundzwanzigsten Teil des Halbmessers jenes exzentrischen Kreises beträgt, und daß das Apogäum (die Erdweite) in der Peripherie dieses Kreises um $24\frac{1}{2}$ Grad vor dem Sommersolstitium liege.“

Die Genauigkeit dieser Tafel oder dieses Kanons der Sonne wurde nicht nur durch die Übereinstimmung derselben mit den Beobachtungen der Griechen aus jener Zeit (welche letztere noch sehr unvollkommen waren), sondern noch vielmehr dadurch bestätigt, daß man mit Hilfe dieser Tafeln die Sonnen- und Mondesfinsternisse genau vorausberechnen konnte. Diese Finsternisse sind nämlich ein sehr guter Probestein solcher Tafeln, weil schon die geringste Änderung in dem Orte der Sonne oder des Mondes die Erscheinung einer Finsternis ganz umändern, ja wohl völlig unmöglich machen kann. Obgleich nun HIPPARCHS Tafeln keineswegs vollkommen waren, hielten sie doch jene schwere und immer wiederkehrende Prüfung mit einer für jene Zeit sehr erträglichen Richtigkeit aus, und bestätigten auf diese Weise die Wahrheit der Theorie, nach der sie berechnet waren.

Exzentrischer Kreis des Mondes.

Die Bewegungen des Mondes haben viele Unregelmäßigkeiten. Da aber für die Sonne die Annahme eines exzentrischen Kreises oder eines Epizykels hinreichend gefunden war, so mußte der Versuch ganz natürlich scheinen, auf dieselbe Weise auch den Mond zu behandeln. In der Tat zeigte HIPPARCH, daß man durch dieses Mittel wenigstens die auffallendsten Anomalien des Mondes darstellen kann. Es ist nicht eben leicht, die verschiedenen Wege anzuzeigen, auf denen man hier zum Ziele zu kommen suchte, da es schon schwer hält, durch bloße Worte (ohne analytische

Formeln) die bloßen Tatsachen der Bewegung des Mondes auszudrücken. Wenn dieses Gestirn eine sichtbare, helle Spur seines Weges unter den Gestirnen des Himmels zurückließe, so würde diese als eine äußerst verwickelte krumme Linie erscheinen. Der Umfang einer jeden Revolution des Mondes gleitet über oder unter der vorhergehenden weg, und viele solche Revolutionen zusammen genommen bilden eine Art von sehr kompliziertem Netzwerk, das sich über die Fläche des Tierkreises verbreitet. Bei jedem Umlauf des Mondes wird die Länge desselben durch eine Anomalie verändert, die der oben von der Sonne erwähnten ähnlich ist. Überdies aber weicht die Bahn des Mondes auch zu beiden Seiten der Ekliptik ab, wodurch die verschiedene Breite des Mondes entsteht. Man bemerkte aber bald, daß die Periode, in welcher diese Breite alle ihre aufeinanderfolgenden Veränderungen durchwandert, nicht dieselbe ist, in welcher die Veränderungen der Länge eingeschlossen sind, und eben dies ist die Ursache, daß der Mond in jeder folgenden Revolution wieder einen andern Weg am Himmel beschreibt, und daß dieser Weg, sowie auch die Geschwindigkeit, mit welcher er zurückgelegt wird, immerwährenden Änderungen unterworfen ist.

Dessen ungeachtet wußte HIPPARCH diese Bewegungen des Mondes ganz ebenso in Tafeln zu bringen, wie er es für die Sonne getan hatte. Mit viel größerer Schärfe, als je vor ihm geschehen ist, bestimmt er die sogenannte mittlere Bewegung des Mondes in Länge und Breite und stellte dann die Anomalien der Länge, wie bei der Sonne, durch einen exzentrischen Kreis dar.

Aber bei diesen Versuchen begegnete ihm noch ein neues Hindernis. Das Apogäum der Sonne blieb immer auf derselben Stelle des Himmels unbeweglich stehen, wenigstens konnte PTOLÉMAUS für den von HIPPARCH vor 250 Jahren angegebenen Ort dieses Apogäums der Sonne keine Verbesserung finden. Nicht so bei dem Monde, dessen Apogäum eine sehr bedeutende Bewegung im Raume hat. Schon vor HIPPARCH (der nahe 150 Jahre v. Chr. lebte) hatte man einen Zyklus von $6585\frac{1}{2}$ Tagen gefunden, in welchem 241 siderische und nur 239 anomalistische Revolutionen des Mondes enthalten sind. Dieser Unterschied von zwei Revolutionen in nahe 18 Jahren gab die Veranlassung zu der Annahme, daß bei dem Monde der exzentrische Kreis selbst wieder eine eigene Bewegung habe, nach welcher das Apogäum vorwärts, d. h. von West gen Ost geht, so daß also nebst den

drei Elementen, die wir oben für die Sonnentafeln angeführt haben, für den Mond noch ein viertes hinzukam, nämlich die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Apogäum desselben am Himmel vorwärts bewegt.

Auch diese Aufgabe wurde von HIPPARCH gelöst, und seine Mondtafeln beruhen ebenfalls nur auf einigen wenigen Beobachtungen des Mondes, nämlich bloß auf sechs meistens von den Chaldäern beobachteten Finsternissen. Drei von diesen Finsternissen wurden zu Babylon in den Jahren 366 und 367 der Nabonassarischen Ära, und die drei anderen wurden zu Alexandrien in dem 547sten Jahre dieser Ära beobachtet. Auf diese Weise konnte er die Exzentrizität und das Apogäum der Mondbahn für zwei Epochen bestimmen, die 180 Jahre voneinander entfernt waren, wodurch er also auch die Bewegung dieses Apogäums erhielt.

Zwar gibt es noch, außer den von HIPPARCH beobachteten, mehrere andere große Ungleichheiten des Mondes, aber seine Mondtafeln waren dessen ungeachtet für jene Zeiten sehr brauchbar, besonders zur Berechnung der Finsternisse, da die größte von den Ungleichheiten, die HIPPARCH nicht berücksichtigte, nämlich die sogenannte Evekion, zur Zeit des Neu- und Vollmonds gänzlich verschwindet.

Diese numerische, auf Beobachtung und auf Rechnung gegründete Auseinandersetzung der Bewegungen des Mondes und der Sonne, diese Begründung der Theorie der Epizykel und endlich die auf diese Theorie gebauten Tafeln der beiden Gestirne enthalten den größten und schönsten Teil des hohen Verdienstes, das sich HIPPARCH um die Ausbildung der Astronomie erworben hat. Die allgemeine Erklärung der Planetenbewegung mittels der Hypothese von Epizykeln war, wie wir gesehen, schon vorher bekannt. Allein die speziellen Bewegungen der Planeten in ihren Epizykeln waren in Wirklichkeit mit Anomalien derselben Art behaftet wie diejenigen, die es nötig machten, exzentrische Kreise bei der Sonne und dem Monde einzuführen.

HIPPARCH hatte, und zwar mit großer Genauigkeit, die mittleren Bewegungen der Planeten bestimmt, aber der Mangel an hinreichenden Beobachtungen hinderte ihn, auch die Ungleichheiten derselben durch seine epizyklische Theorie darzustellen. Die Menge der sämtlichen Beobachtungen, die er von seinen Vorgängern erhielt, war, wie PTOLEMAUS sagt, lange nicht so groß, als die, welche er selbst uns hinterließ. „So kam es,“ setzt er hinzu, „daß er, der

die Bewegung der Sonne und des Mondes durch seine Epizykel so genau darzustellen wußte, für die Planeten, soweit wir aus seinen Schriften sehen können, nicht einmal einen Versuch dazu machte, sondern sich bloß damit begnügte, die bisher gesammelten Beobachtungen in Ordnung zu bringen, ihnen von seinen eigenen mehr, als er von anderen erhalten hatte, hinzuzufügen und endlich seinen Zeitgenossen die Unzulänglichkeit derjenigen Hypothesen zu zeigen, durch welche andere Astronomen die Erscheinungen des Himmels darzustellen gedachten.“ – Es scheint, daß schon mehrere Astronomen vor ihm den Versuch gewagt hatten, einen „Kanon“ oder eine „Tafel“ für die Planeten zu entwerfen, durch welche man den scheinbaren Ort dieser Körper für jede gegebene Zeit durch Rechnung bestimmen könnte; aber da sie ohne Rücksicht auf die Exzentrizität der Bahnen entworfen waren, so konnten sie nicht anders als sehr fehlerhaft sein.

PTOLEMAUS sagt mit Recht, daß HIPPARCH seine bekannte Wahrheitsliebe und seinen geraden Sinn dadurch bezeugte, daß er diesen Teil der von ihm begonnenen Arbeit der Nachwelt überließ. Die von ihm aufgestellte Theorie der Sonne und des Mondes zeigt ihn uns als einen großen astronomischen Entdecker, und sie bestätigte zugleich das Ansehen, in welchem er immer gestanden hat.

In der Tat wird man unter den Weisen des Altertums kaum einen zweiten mehr finden, von dem alle so gleichstimmig nur mit Bewunderung sprechen. PTOLEMAUS selbst, dem wir eigentlich die nähere Kenntnis dieses außerordentlichen Mannes verdanken, spricht beinahe nie von diesem Manne, ohne irgendein lobendes Beiwort hinzuzufügen. HIPPARCH ist ihm nicht nur ein „sorgfältiger und vortrefflicher Beobachter“, sondern auch zugleich „ein höchst wahrheits- und arbeitsliebender Mann“, der in allen Teilen der Wissenschaft seinen seltenen Scharfsinn und seine bewunderungswürdige Erfindungskraft gezeigt hat. Indem PLINIUS der Ältere von ihm und von THALES spricht, ruft er begeistert aus: „Große Männer, weit erhaben über das gemeine Maß menschlicher Kräfte, die ihr die Gesetze entdeckt habt, denen die himmlischen Körper gehorchen; die ihr die Herzen der Menschen von den Fesseln befreit habt, mit welchen das Vorurteil und die Furcht vor den Finsternissen sie umgab. Heil euch und eurem hohen Geiste, der uns die Sprache des Himmels und die Gesetze des Universums kennen gelehrt, der das Band geknüpft hat, wel-

ches fortan die Menschen mit den Göttern verbindet.“ — Auch die neueren Schriftsteller können von HIPPARCH nur mit Bewunderung sprechen.¹⁾ Selbst DELAMBRE, der genaue, aber strenge Geschichtsschreiber der Astronomie, der so selten lobt und so gern sarkastisch ist, scheint alle seine Sprödigkeit zu verlieren, wenn er auf HIPPARCH kommt. Von ARISTARCH bemerkt er, daß unglücklicherweise für sein Andenken sein Werk ganz auf uns gekommen sei, und über HALIKON²⁾ aus Kyzikus, der eine Finsternis richtig vorausgesagt hatte, äußert er sich, daß, wenn die Geschichte wahr sei, HALIKON mehr glücklich als geschickt gewesen sein mag. Aber von HIPPARCH sagt er: „In ihm sehen wir einen der außerordentlichsten Männer des Altertums, ja den allergrößten in denjenigen wissenschaftlichen Untersuchungen, welche die Kombination der Geometrie mit den Beobachtungen erfordern.“ DELAMBRE setzt noch hinzu, offenbar um diese Lobrede mit der geringerschätzigen Weise zu versöhnen, in welcher er gewöhnlich von mittelmäßigen astronomischen Beobachtern spricht, „daß gute Instrumente nur sehr langsam, nur durch eine Reihe von Jahrhunderten und durch die Vereinigung vieler ausgezeichneten Männer erhalten werden können, während Fleiß und Geisteskraft von dem einzelnen Manne abhängig ist.“

Außer dieser Theorie der Epizykel verdanken wir dem HIPPARCH noch mehrere andere große Entdeckungen und Verbesserungen in der Astronomie. Allein jene erscheint als der größte Fortschritt in der Theorie der Himmelsbewegungen, der von den Alten gemacht wurde, und muß daher der leitende Gegenstand unserer Geschichte sein, deren Zweck nur die Aufzeichnung des Fortganges der reellen theoretischen Erkenntnis und der Verhältnisse ist, unter denen sich dieser Fortgang vollzogen hat.

1) Soeben gibt in der Realenzyklopädie der klass. Altertumswissenschaft von Pauly-Wissowa-Kroll VIII Spalte 1666–1681 der Philologe REHM (vgl. o. S. 145) eine sehr eingehende Darstellung über HIPPARCHOS (1. Biographisches, 2. Schriften, 3. Meteorologisches, 4. Astronomische Instrumente, 5. Das astronomische System, 6. Bewegungen von Sonne und Mond, Präzession, Zeitmessung, Größe von Sonne und Mond, 7. Der Fixsternkatalog, 8. Die Geographie, 9. Astrologie). — Insbesondere empfiehlt REHM (Sp. 1673) „für das Verständnis von Nichtphilologen“ die „vortrefflichen Aufsätze von MANITIUS im »Weltall« VI 324 ff. für die Sonnentheorie, VIII 1 ff. für die Mondtheorie“.

2) *Recte* HELIKON (nach Plutarch-REHM).

Zugabe zu den drei Lesestücken aus Whewell:

Vorgeschichtliches und Geschichtliches über Erdgestalt, Erdmessung und exzentrischen Sonnenkreis.

Von Wilhelm Foerster.

Für die Erkenntnis der Erdgestalt gibt es drei Quellengebiete des Wahrnehmens und Denkens, nämlich erstens das Gebiet der sogenannten Kimm-Erscheinungen, bestehend in der Art der Vertiefung und Erweiterung des Horizontes beim Emporsteigen des Beobachters über der See- oder Landfläche; zweitens das Gebiet der Verbindung von Messungen der Entfernungen und Richtungen auf den Landflächen zwischen gewissen Beobachtungsorten mit der astronomischen Beobachtung der Lage der daselbst errichteten lotrechten Schattensäulen und der zu diesen Säulen rechtwinkelig gerichteten horizontalen Flüssigkeitsflächen zur Sonne und zu den Sternen; drittens das Gebiet der Wahrnehmungen und Messungen der Umrisse des vom Erdkörper unter der Wirkung der Sonnenstrahlung geworfenen Schattens bei Mondfinsternissen.

Das älteste dieser drei Entstehungsgebiete nachdenklicher Geistesarbeit über die Gestaltverhältnisse der Erdoberfläche besteht zweifellos in den Wahrnehmungen über die Erweiterung des Horizontes und die Zunahme seines Abstandes vom Scheitelpunkte mit steigender Erhebung des Beobachters über die ihn umgebende Erd- oder Wasserfläche. Die einfachsten Wahrnehmungen dieser Art ergeben sich beim Anblick des Sonnenaufganges oder Sonnenunterganges durch zwei Beobachter, von denen der eine die Sonne zu ebener Erde, der andere gleichzeitig mit ihm von einer gewissen Höhe aus beobachtet. Finden diese Auf- oder Untergänge, z. B. von der Küste aus gesehen, an dem Horizont einer weiten Wasserfläche statt, und werden die Momente verglichen, in denen der eine von zwei Beobachtern, dessen Auge sich an (höchstens 2 m über) der Meeresfläche befindet, und der andere, dessen Auge sich in unmittelbarer Nähe zwanzig Meter über dem Standplatz des ersteren befindet, die Berührungen der Sonnenscheibe mit dem fernen Meereshorizonte erblicken, so ergibt sich leicht, daß in denjenigen Momenten, in welchen der um zwanzig Meter unter dem andern plazierte Beobachter die Berührungen mit dem Rande der Sonnenscheibe an seinem Horizonte wahrnimmt, derselbe Sonnenrand um nahezu $\frac{1}{6}$ des Durch-

messers der Sonnenscheibe von der Horizontlinie des um zwanzig Meter über dem anderen Standort befindlichen Beobachters absteht. Hiervon ist zweifellos schon in sehr frühen Tagen der Schifffahrt durch Emporklettern am Schiffsmast Gebrauch gemacht worden, denn die vorerwähnte Vergrößerung des Abstandes des Horizontes vom Scheitelpunkt ergab zugleich eine Erweiterung der Entfernung des Horizontes um nahezu 12 km. Und ebenso, wie man beim Emporklettern am Schiffsmast erheblich weiter blickte, kamen auch die Mastspitzen entfernter Schiffe in größerem Abstände zur Wahrnehmung als die Schiffe selber. Von einer 1000 m erreichenden Berghöhe auf einer Ozeaninsel sah man den oberen Rand der Sonne nahezu um das Doppelte des Durchmessers ihrer Scheibe über dem Horizonte in dem Zeitpunkte, in welchem sie für den Beobachter an der darunter liegenden Meeresküste mit demselben Rande soeben den Horizont berührte. Und der Abstand der fernen Horizontlinie (der sogenannten Kimmlinie) betrug von jener Höhe aus gesehen nahezu 113 km. Von einer Höhe von 9000 m über der mittleren Erdoberfläche blickt man aber dreimal so weit, also 339 km weit, und in dieser Höhe sieht man die Spitze eines etwas mehr als 1400 m hohen Berges, der selber etwa 136 km weit sieht, noch in 475 km Entfernung. Bis zu 9000 m Höhe können sich aber gewisse Vögel erheben. Sie sind hiedurch wahre Pfadfinder auch für große Seereisen schon in sehr früher Zeit geworden, z. B. für die erste Entdeckung Amerikas durch die Wikinger. Auch die biblische Erzählung von der Entsendung der Taube durch Noah gehört hierher. Aber von allen derartigen Wahrnehmungen und ihren praktischen Ausnutzungen ist noch ein weiter Weg bis zur Lehre von der Kugelgestalt des ganzen Erdkörpers. — —

Das zweite der oben aufgeführten Quellengebiete dieser Lehre wird von ARISTOTELES bereits in vollem Maße gewürdigt, obwohl er Messungen der bezüglichen Art nicht anzuführen vermag, welche wirkliche Beweise für die Kugelgestalt des ganzen Erdkörpers schon zu seiner Zeit geliefert hätten; denn die Verbindung von Messungen der Entfernungen und Richtungen auf weiten Landflächen mit der astronomischen Beobachtung von lotrechten Schattensäulen, also eine sogenannte Gradmessung, ist uns mit Sicherheit erst aus der Zeit der Entwicklung griechischer Wissenschaft auf ägyptischem Boden, nahezu ein Jahrhundert nach ARISTOTELES bekannt, wo ERATOSTHENES griechische Astronomie mit ägyptischer Landmessung verband.

Wo, wann und durch welche Kultureinrichtungen waren solche Messungen, wie sie ARISTOTELES vorschwebten, schon vor dessen Zeit ausgeführt worden?

Auf Grund der Berichte der Jesuitenmissionare, welche im Jahrhundert 16 und 17 Einblicke in die astronomischen Überlieferungen in China erlangten, und auf Grund der sorgfältigen Bearbeitung, welche diesen Berichten in der ersten Hälfte des Jahrhunderts 18 durch die ausgezeichneten französischen Gelehrten BIOT (Vater und Sohn) zuteil wurde, hat man bisher geglaubt annehmen zu dürfen, daß China die Geburtsstätte solcher Messungen gewesen ist.

Zweifellos ist es, daß um das Jahr 1100 v. Chr. an der Ostküste von China Messungsreihen mit Schattensäulen ausgeführt worden sind, aus deren verbürgten Ergebnissen jene Mitteilungen der Jesuiten eine Veränderung der Lage der Erdbahnebene, nämlich ihres Neigungswinkels gegen die Ebene des Erdäquators, abgeleitet hatten, eine Veränderung, für welche die Astronomie zu jener Zeit noch keinen sicheren Aufschluß gab, aber bald nachher volle rechnerische Bestätigung aus der Theorie der planetarischen Beeinflussung der Erdbewegung fand.

Dieselben Überlieferungen hatten aber auch von Landmessungen berichtet, durch welche die Orte, an denen Schattensäulen errichtet waren und zu ständigen Beobachtungen gedient hatten, so miteinander verbunden wurden, daß man ihre Abstände voneinander und die Richtungswinkel dieser Abstände gegen die Meridianrichtung, somit auch die Unterschiede ihrer Lage, von Nord zu Süd gemessen, bestimmen konnte. Wenn die Verhältnisse dieser Unterschiede mit denen übereinstimmten, die man aus nahe gleichzeitigen Beobachtungen der mittäglichen Schattenlängen von Säulen gleicher Höhe zwischen den Abständen der Sonne von den Scheitelpunkten der verschiedenen Orte fand, so war damit bewiesen, daß die Krümmung der dortigen Erdoberfläche in der Richtung des Meridians, in dessen Nähe die Orte der verschiedenen Schattensäulen lagen, also von Nord zu Süd, eine nahezu kreisförmige war. Verband man hiermit die Wahrnehmung, daß der Horizont auch von Ost zu West sich in derselben Weise zu runden schien wie von Nord zu Süd, so konnte die chinesische Wissenschaft wohl die Annahme wagen, daß die betreffenden Landflächen des „himmlischen Reiches“ einer Kugelfläche angehörten.

Damit war aber durchaus noch nicht erwiesen, daß der ganze Erdkörper die Gestalt einer Kugel habe.

Hierin ist also die Beweisführung von ARISTOTELES unzureichend, selbst wenn er Kenntnis von jenen chinesischen Messungen hatte.

Wir dürfen übrigens hoffen, daß wir durch die jetzige Annäherung Chinas an die neuere wissenschaftliche Kulturwelt noch gesichertere und vollständigere Berichte über jene alte Kulturepoche erlangen werden, die auch dadurch sehr interessant ist, daß die Richtkraft des Erdmagnetismus, die in China durch das Vorkommen stark magnetischer Felsarten im Norden des Landes sehr früh bekannt geworden zu sein scheint, bei den vorerwähnten Landmessungen wohl schon Verwertung gefunden haben könnte. Jedenfalls ist der Kompaß von Asien aus durch Vermittelung der arabischen Kultur ins Mittelmeer und in die neuere Kulturwelt gelangt.

Auf welchem anderen Wege als über Babylon könnte aber jene erste Gradmessung dem ARISTOTELES bekannt geworden sein, der durch seinen großen Zögling Alexander und durch seinen Schüler KALLISTHENES zweifellos mit den Schätzen und Urkunden babylonischer Kultur bekannt geworden ist, da Alexander notorisch für die Übermittlung derselben nach Alexandria gesorgt hat, wovon das große astronomische Lehrbuch des PTOLEMAUS (140 n. Chr.) völlig zweifelloser Nachweise durch deren eminent wissenschaftliche Verwertung enthält?

Haben wir denn nun irgendwelche Dokumente dafür, daß zwischen Babylon und China vor der Zeit des ARISTOTELES und Alexander wissenschaftliche Verbindungen existiert haben, durch welche die oben erwähnten Messungsergebnisse dann in Babylon zu dem Emporkommen der Lehre von der Kugelgestalt des Erdkörpers Anlaß gegeben haben könnten? Solche Dokumente fehlen noch. Und für das entscheidende Auftreten dieser Lehre in Vorderasien und Griechenland schon mehrere Jahrhunderte vor ARISTOTELES läßt sich schließlich doch kein anderer Ausgangspunkt denken als die Erforschung der Mondbewegungen seitens der babylonischen Wissenschaft; denn die nautischen Wahrnehmungen, auf welche wir oben als auf das erste Quellengebiet der Lehre von der Gestalt des Erdkörpers hingewiesen haben, konnten doch, obwohl sie gerade in jenen Jahrhunderten, von den Mittelmeerfahrten ausgehend, durch die phönizische, die punische und schließlich auch durch die griechische Schifffahrt auf weiten Ozeanfahrten sich mächtig entwickelten, für die mathematische Formulierung dieser Lehre entscheidende Bedeutung ebensowenig erlangen wie

die geodätische Verbindung von chinesischen Landmessungen mit astronomischen Sonnen- und Sternhimmel-Beobachtungen auf immerhin sehr kleinen Gebieten der Erdoberfläche. Alle diese Vorstufen konnten zwar die Blicke der Astronomen für diejenigen Gebiete der Himmelsbeobachtung schärfen, in denen der Anblick der Erdgestalt als Ganzes vor die Augen trat, aber entscheidend waren doch nur stetig anhaltende Sonnen- und Mondbeobachtungen, aus denen die richtige Deutung der Erscheinungen bei den Mondfinsternissen als Schattenwerfungen des ganzen großen Erdkörpers schließlich hervorging.

Nachdem man allmählich erkannt hatte, daß in dem Zeitpunkt, welcher in die Mitte zwischen dem Anfang und dem Ende einer Mondfinsternis fiel, die Sonne sich gerade gegenüber der Mitte der Mondscheibe befinden mußte, war die Deutung der Verfinsternung als Schattenwurfung des Erdkörpers gegeben, und die Einzelheiten der Messungen für die Begrenzung und Lage der Schattenflächenumrisse ergaben dann die gleichmäßige Kreisgestalt jener Umrisse mit einer Sicherheit, welche wir in aller Deutlichkeit aus den Mitteilungen und Berechnungen entnehmen können, die PTOLEMAUS einer Reihe von Mondfinsternisbeobachtungen der babylonischen Astronomen widmet. Wir ersehen aus solchen Beobachtungen, die um das Jahr 720 v. Chr. angestellt sind, daß die Sachkenntnis und Sorgfalt jener babylonischen Astronomen durchaus schon auf der Höhe der Astronomie von Alexandria stand. PTOLEMAUS hat offenbar auch noch ältere Beobachtungen aus derselben Quelle in Händen gehabt. Er mußte auf deren theoretische Verwertung verzichten, weil die Chronologie der noch älteren Zeiten gerade in diesen Regionen unablässiger Völkerkämpfe und Dynastiewechsel noch keine Stetigkeit der Zeitangaben hinsichtlich der Tageszählung gewährte.

Nun wird ein Einwand gegen die entscheidende Bedeutung der Mondfinsternisbeobachtungen für die Lehre von der Kugelgestalt der Erde erhoben, dahingehend, daß die Begrenzungsumrisse der Schattenflächen auf der selber nahezu kugelförmigen Mondgestalt doch eine erhebliche Komplikation für die Verwertung dieser Umrisse zur Bestimmung der Gestalt und des ganzen Verlaufes der Schattenkegelflächen darbieten. Hierauf ist zu entgegnen, daß die Ausmessung der Lage und der Begrenzung der Schattenflächen sich, ganz unabhängig von dem Verlauf ihrer Begrenzung auf der Mondkugelfläche, durch bloße Beobachtung des Verlaufes der

ersten und letzten äußeren Berührungen der Vollmondscheibe mit der Schattenfläche mittels bloßer Zeit- und Winkelmessungen durchführen ließ, wie man auch aus den Details der von PTOLEMAUS überlieferten Beobachtungen zu erkennen vermag. —

Sei es mir gestattet, zum Schlusse der obigen Betrachtungen noch einige Worte zu sagen hinsichtlich der Skepsis, mit welcher von philologischer und archäologischer Seite an manchen Stellen über die Leistungen der vorgriechischen Wissenschaft, insbesondere über China und Babylon geurteilt wird.

Es gibt doch auch neben der streng dokumentarischen Beweisführung eine gewisse Kontinuität der inneren Wahrscheinlichkeiten. Wer z. B. in die ptolemäische, überaus geistvolle Mondbewegungstheorie, welche engsten Anschluß an babylonische Vorarbeit zu haben erklärt, einen Einblick gewann, der kann den Nihilismus nicht billigen, mit welchem jene älteren Phasen menschlicher Erkenntnisarbeit jetzt nicht selten behandelt werden.

Man spricht z. B. auch geringschätzig von der älteren babylonischen Forschung über die Sonnenbewegung. Man habe die sogenannte Anomalie der Sonnenbewegung (nämlich den Unterschied zwischen der Zeitdauer der Sonnenbewegung vom Frühlingsäquinokx zum Herbstäquinokx und der Sonnenbewegung vom Herbstäquinokx zurück zum Frühlingsäquinokx) erst in Alexandria deutlich erkannt und durch eine exzentrische Lage der Erde in der Sonnenbahn erklärt. Die Babylonier hätten das nicht erkannt.

Wenn man aber näher zusieht, so ist der Sachverhalt der folgende: Infolge der Einwirkungen der anderen Planeten auf die Erdbewegung wird dadurch, daß die Lage der Sonnennähe und der Sonnenferne in der Erdbahn sich gegen die Äquinoktien langsam verschiebt, im Laufe der Jahrtausende auch der Unterschied zwischen der Zeitdauer vom Frühlingsäquinokx bis zum Herbstäquinokx und der Zeitdauer vom Herbstäquinokx bis zurück zum Frühlingsäquinokx stetig geändert. Gegenwärtig ist für die nördliche Erdhalbkugel die Zeitdauer von ihrem Frühlingsäquinokx bis zu ihrem Herbstäquinokx um nahezu acht Tage länger als die Zeitdauer von ihrem Herbstäquinokx bis zurück zu ihrem Frühlingsäquinokx. In der Blütezeit der Astronomie in Alexandria (300 v. Chr. bis 200 n. Chr.) betrug dieser Überschuß auch noch nahezu sieben Tage. Aber in den vorangegangenen Jahrtausenden war er viel kleiner, und um 4000 v. Chr., welche Zeit man sonst wohl

als eine Blütezeit babylonischer astronomischer Arbeit betrachtete, war jener Unterschied wirklich verschwindend klein. Allerdings war um diese Zeit eine ähnliche sogenannte Anomalie oder Ungleichheit zwischen der Zeitdauer von der Wintersonnenwende bis zu der Sommersonnenwende und der Zeitdauer von der Sommersonnenwende zurück zur Wintersonnenwende in ihrem stärksten Betrage vorhanden, aber die Zeitpunkte dieser Sonnenwenden konnten auch nicht entfernt mit derjenigen Genauigkeit beobachtet werden, mit der man die Äquinoktialzeiten (bis auf Zehntel des Tages) zu bestimmen vermochte. Man kann sich hiernach sehr wohl erklären, daß es erst Alexandria vorbehalten war, auf dem Gebiete der Deutung der Sonnenbewegungen so förderlich voranzugehen. Hierdurch braucht kein Schatten auf das herrliche frühe Emporwachsen astronomischer Erkenntnis auf den Türmen von Babylon zu fallen, auf eine Kulturepoche, über welche selbst in der biblischen Erzählung von der Unnade des „Herrn“ über Babel sein erhabenes Wort zugunsten der Menschheit erklingt: „Sie werden nicht ablassen von allem, das sie vorgenommen haben zu tun.“

Anhang II: Zwei Programme.

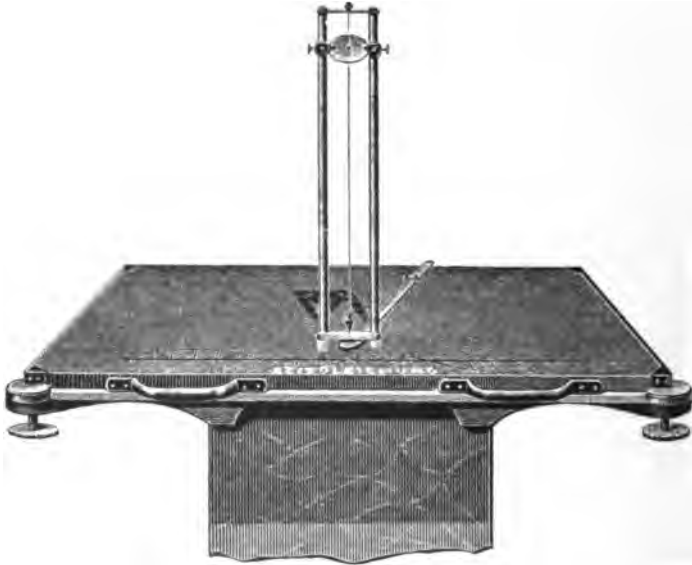
Welche Himmelserscheinungen während der Schuljahre 1889 und 1890 von den Schülern der dritten und vierten Klasse beobachtet worden sind.

In dem Vortrage die „Astronomie und die astronomische Geographie an unseren Gymnasien“¹⁾ habe ich vorgeschlagen, es möge im physikalischen Unterrichte der unteren Gymnasialklassen ab und zu eine Viertelstunde verwendet werden, die Schüler auf die jeweilig am Himmel sich abspielenden Vorgänge aufmerksam zu machen. Im folgenden berichte ich über einen Versuch, mit welchen Mitteln und mit welchem Erfolge sich jener Vorschlag verwirklichen lasse: ich habe den Versuch durchgeführt mit Schülern, welche ich vom Herbste 1888 an in der III. Klasse in Mathematik und hierauf in der IV. Klasse bis Sommer 1890 in Mathematik und Physik zu unterrichten hatte.

Wir begannen damit, daß wir an den ersten sonnigen Tagen des Schuljahres (um den 20. September 1888) beachteten, in welcher Richtung die Sonnenstrahlen gegen Schluß der Schulstunde (11 Uhr) ins Zimmer fielen. Es geschah annähernd parallel zur Vorderwand des Zimmers; die Fenster sind also nicht genau gegen Süden, sondern etwas mehr östlich orientiert. Wir bezeichneten mit Kreide am Fußboden den Schatten eines bestimmten horizontalen Stabes des Fensterkreuzes: dieser Schatten wich vom September bis Dezember immer weiter vom Fenster zurück, fast bis zur gegenüberliegenden Tür. Zu diesen Beobachtungen kamen bald solche, welche die Zöglinge im Garten über die Länge ihres eigenen Schattens und des Schattens von Stäben machten. Die Länge des Schattens wie des schattenwerfenden Körpers wurde im verjüngten Maßstabe gezeichnet und in solchen Zeichnungen der Winkel zwischen Strahl und Schatten gemessen. An den starken Abweichungen der Messungsergebnisse wurde die Notwendigkeit

1) Gehalten im Vereine „Mittelschule“ in Wien am 23. März 1889. Abgedruckt in der Zeitschrift „Österreichische Mittelschule“, III. Jahrg., Seite 196–236.

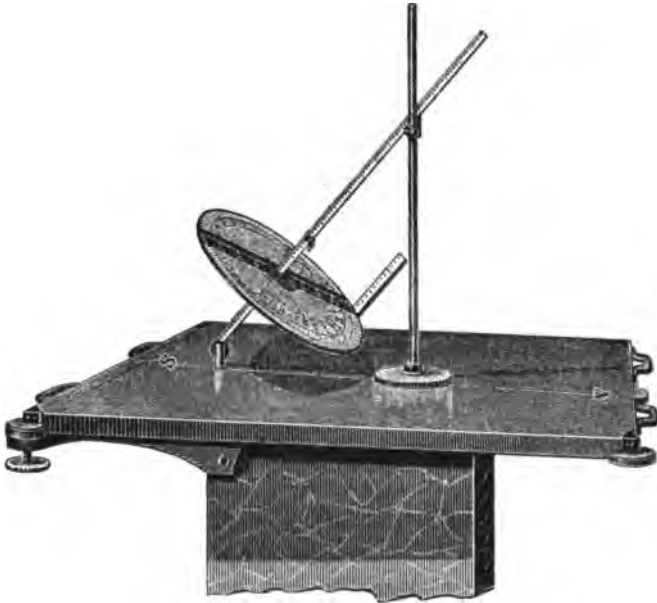
fühlbar, die schattenwerfende Strecke möglichst genau vertikal, als beschattete Fläche eine horizontale Ebene zu wählen. Wurde letztere Bedingung als durch das Fensterbrett oder die Tischplatte erfüllt vorausgesetzt, so wurde erstere am einfachsten verwirklicht durch ein Blatt steifen Papieres mit gerader Kante, welches



Gnomon. Größe der Platte: 1 m². — (Ansicht von Süden gegen Norden.)

normal zu dieser geknickt und auf die gebrochene Kante aufgestellt wurde. Während dieser allmählich sich vervollkommnenden Übungen wurde eingeführt, die Zeichnungen und die Ergebnisse der Messungen in ein eigens hiezu bestimmtes Heftchen einzutragen, mit Beisetzung des Tages und der Stunde der Beobachtung. — Die kleinen Abänderungen und Vervollkommnungen in der Anstellung und Verwertung der Beobachtungen hielten das Interesse an ihrer gelegentlichen Wiederholung und Besprechung wach, zumal es bei der Gleichartigkeit des Beobachtungsgegenstandes genügte, oft erst nach mehreren Wochen in einigen Worten auf sie zurückzukommen. So sammelten wir Einzelbeobachtungen vom Herbste bis zum Frühjahr, was notwendig und ausreichend war, um das Bild des Himmelsäquators und der südlich von ihm gelegenen Hälfte der Schraubenbahn, in deren absteigenden bzw. aufsteigenden Windungen sich die Sonne bis, bzw. seit Dezember bewegt hatte, zu gewinnen und einzuprägen.

Während der Monate vom April bis Juni 1889 erhielt das Interesse an diesen Beobachtungen neue Nahrung, indem unter den Fenstern des Schulzimmers, im botanischen Garten des Theresianums, ein Gnomon in Verbindung mit einer Äquatatorial-Sonnenuhr¹⁾ errichtet wurde; mittelst dieser beiden



Äquatatorial-Sonnenuhr. — (Ansicht von Osten gegen Westen.)

Vorrichtungen konnten von nun an genaue quantitative Bestimmungen vorgenommen werden (— deren Ergebnisse, wie hier nebenbei bemerkt sei, auch reichlichen Übungsstoff für den trigonometrischen Unterricht liefern). Am 21. Juni 1889 gestattete der Herr Gymnasialdirektor, daß während der auf diesen Tag fallenden Mathematikstunde die Schüler der III. Klasse sich im Garten um den Gnomon versammelten und zusahen, wie der Mechaniker die Vorrichtung montierte (Horizontalstellen der Platte usf.); in der darauffolgenden Freistunde (11—12 Uhr) verfolgten wir zum ersten Male die Schattenlängen und bestimmten die Länge des Mittagsschattens, welche an diesem Tage, als dem des Sommersolstitiums, den kleinsten Wert erreichte. Von da an wurden öfters in der Vormittagspause (10 Uhr) mehrere

1) Die genauere Beschreibung beider Vorrichtungen wird in einem der nächsten Hefte der „Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht“ (Berlin) gegeben werden. [Es geschah in Jahrg. II (1889), S. 165—170.]

Schüler zum Gnomon geführt, wo sie selbst einige Schattenlängen und -Richtungen auf der Platte des Gnomons verzeichneten. Aus den entsprechenden Schattenbeobachtungen während der Nachmittagspause (welche je nach der „Zeitgleichung“, deren graphische Darstellung auf der Platte des Gnomons ersichtlich ist), schon gegen $\frac{1}{2}$ 2 Uhr oder auch erst gegen $\frac{1}{2}$ 3 Uhr anzustellen waren, ergaben sich wiederholte Bestimmungen der Lage des Meridianes und hiemit die genaueren Daten für die Orientierung. (Im folgenden Schuljahr machten wir bei solcher Gelegenheit auch wiederholt Ablesungen an der Äquatorial-Sonnenuhr nebst einschlägigen Übungen.)

Mit Schluß des Schuljahres 1888/89 war der Hauptsache nach der ganze Zyklus der Bewegungen, welche die Sonne in bezug auf unseren Horizont ausführt, einmal beobachtet und so das Bild der „Schraubenbahn“ und ihrer Lage zum Heimatsort gewonnen. In den Thesen am Schlusse des eingangs genannten Vortrages ist dies (einschließlich der hieraus sich ergebenden Erklärung der Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten innerhalb der Heimat) als das Lehrziel des astronomisch-geographischen Unterrichtes der I. Klasse bezeichnet; ich glaube aus der Leichtigkeit, mit der sich die Schüler der III. Klasse jene Anschauung erwarben, schließen zu dürfen, daß ihre Erwerbung auch für Schüler der I. Klasse durchaus nicht zu schwierig, gewiß aber lehrreich und anregend wäre.

Da nach eben jenen Thesen noch während der III. Klasse auch schon einige Orientierung am Fixsternhimmel erworben sein sollte, machte ich einige Schüler außerhalb der Schule mit dem „Transparenten Himmelsglobus“ bekannt, welcher, mit Nadeln durchstochen und an der Südseite offen, von innen betrachtet ein Bild des Sternenhimmels ähnlich den natürlichen Verhältnissen zeigt. Zögling G. T. fertigte aus den Modelliernetzen einen solchen Globus und nach den beigegebenen Laubsägemustern das zugehörige Gestell an. Da mittels des letzteren dem Globus zu jeder Stunde des Tages und Jahres die dem wirklichen Sternhimmel entsprechende Orientierung gegeben werden kann, so lernten T. und seine Kameraden alsbald einige derjenigen Sterne kennen, welche von den gegen Osten gerichteten Fenstern der Kammer sichtbar waren. — Solche Himmelsgloben wurden später auch im Handfertigkeitsunterrichte hergestellt (auch ein-

fache Vorrichtungen zum Bestimmen von Sonnenstandshöhen). — Nur wenige der internen wie der externen Schüler (unter ersteren A. A. und St. N.) hatten irgendwelche Kenntnisse von Fixsternen und Sternenbildern von früher her mitgebracht. Teils mittels des Globus, teils mit Hilfe der Sternkarte des Schulatlas und der verbreiteten drehbaren Sternkarte des Schneiderschen Lehrmittelverlages, zu deren Gebrauch gelegentlich in der Schule die nötige Anleitung gegeben wurde, erwarb sich allmählich, namentlich während der Ferien zwischen der III. und IV. Klasse, eine größere Zahl von Schülern (unter ihnen zuerst die Externen A. N., E. N., C. K. und L. G.) einige Fertigkeit, auch bei Tage die Örter bestimmter Sterne anzugeben und umgekehrt nach Angabe der Gegend des Himmels



Transparenter Himmelsglobus (eingestellt für den 23. Juli, 6 Uhr morgens, den 23. August, 4 Uhr morgens . . ., den 20. Januar, 6 Uhr abends usw). Durchmesser des Globus 23 cm.

und der Beobachtungszeit den Namen eines Fixsternes zu erraten.

Mit solchen Vorkenntnissen ausgerüstet, begannen wir in der IV. Klasse ein zusammenhängenderes Studium der Himmelserscheinungen, für welches den Leitfaden die Seiten 247–256 des Physik-Lehrbuches, mehr noch aber die im anderweitigen Unterricht (namentlich der Mechanik und der Optik) sich anbietenden Gelegenheiten und vor allem die Folge der am Himmel selbst sich abspielenden Vorgänge darboten. — Gleich zu Beginn des Schuljahres, als gelegentlich der Lehre vom Erdmagnetismus von der Orientierung an verschiedenen Orten der Erdkugel zu sprechen war, wurde den herkömmlichen „Beweisen für die Kugelgestalt der Erde“ derjenige beigefügt, welchen ich im genannten Vortrage (a. a. O. S. 227 ff.) vorgeschlagen hatte: Aus

der Vorstellung, daß von allen Punkten der Erdoberfläche aus dieselbe Sonnenbahn gesehen wird, daß aber die Horizonte verschiedener Orte verschiedene Neigung gegen jene Bahn



Modell der Schraubenbahn der Sonne in Verbindung mit einem Erdglobus (die 365 Windungen sind durch 12 ersetzt). Durchmesser des Äquators der Schraubenbahn: 64 cm.

haben, folgt nicht nur die Gestalt, sondern auch die Größe der Erde, indem sich ein Abstand von 15 Meilen Längenmaß als ein Bogen von 1 Grad im Bogen- oder Winkelmaß erweist. Erst nachdem diese Vorstellung durch eine unmittelbar an das Selbstgesehene angeknüpfte Schilderung von Sonnenständen über fremden Horizonten lebendig gemacht war (— so wußte uns M. A. über den Anblick der Sonnenbahn für den Horizont von Kairo aus eigener Anschauung zu berichten —), wurde sie festgehalten durch ein Modell¹⁾ der Schraubenbahn, welches

mit einem Erdglobus so verbunden ist, daß es die unveränderliche Lage der Sonnenbahn in bezug auf die Erdkugel und die Stellung jener Bahn für verschiedene Horizonte vor Augen führt.

Ebenso wie die Besprechung der Magnetnadel Gelegenheit bot, das über die Sonnenstände Erlernte zusammenzufassen und zu verwerten, gab sie auch Anlaß, die bis dahin nur gelegentlich angeregte Beschäftigung mit dem Fixsternhimmel von nun an regelmäßig zu pflegen.

Die bereits oben erwähnte Äquatorial-Sonnenuhr ist zum ersten Male am Tage des Herbst-Äquinoktiums (23. September 1889) aufgestellt worden. Sie half außer der bereits vorher gewonnenen Vorstellung vom Himmelsäquator auch die der Welt-

¹⁾ Beschrieben in der Zeitschrift für den physikal. Unterricht, II. Jahrg., S. 165–170: „Zwei Lehrmittel zur Einführung in die astronomische Geographie“.

achse und deren Lage in bezug auf das Schulzimmer einprägen.

Auf Grund der Anschauungen von der Bewegung der Sonne in bezug auf die Erde und von der Bewegung des Fixsternhimmels in bezug auf die Erde war nun eine der wichtigsten aber auch schwierigsten Vorstellungen, die von der Bewegung der Sonne in bezug auf den Fixsternhimmel, d. h. der Begriff der Ekliptik abzuleiten.

Ein Bild von dieser Bewegung wurde vorbereitet durch die Beobachtungen des Mondes, welche wir uns bald nach Beginn des Schuljahres zur Aufgabe machten. Es wurde begonnen mit der Beobachtung der Phasen (infolge trüben Wetters konnten wir die Sichelgestalten zwischen Neumond und erstem Viertel erst während des dritten Monates der Beobachtungen wahrnehmen); eine Zeitlang zeichneten mehrere Schüler Tag für Tag die jeweilige Gestalt des Mondes in ihr Beobachtungsheft. Nachdem so die Gestalt und Folge der Phasen eingeprägt war, beobachteten wir mehr und mehr auch die Stellung des Mondes zu den Fixsternen (— den Rat, nebst dem Monde auch die ihn umgebenden Sterne in das Beobachtungsheft zu zeichnen, befolgte zuerst K. N.; die Vergleichung solcher Zeichnungen mit dem Himmelsglobus trug viel zum Vertrautwerden mit dem Sternenhimmel und mit dem Mondlaufe bei). Besonders günstige Gelegenheit, die west-östliche Bewegung des Mondes am Himmel zu verfolgen, bot sich um Neujahr, als an einem Tage der Mond über Aldebaran (im Stier), am nächsten schon über Orion, am dritten und vierten östlich von diesem, in der Nähe von Castor und Pollux (den Zwillingen) stand. Von diesen glänzenden Gestirnen ausgehend, suchten wir am Globus die Reihe der Sternbilder Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe .. auf und hatten so ein vorläufiges Bild der Ekliptik gewonnen.

Die Übertragung dieser Vorstellung auf den Sonnenlauf ging aus von der Tatsache des im Laufe der Monate bereits recht auffällig gewordenen Vorseilens des Fixsternhimmels vor die Sonne, oder Zurückbleibens der letzteren hinter ersterem (um täglich 4 Minuten = 1°). Da während dieser Monate die Sonne auch ihre Höhe über dem Horizont fortwährend geändert hatte, so mußte ihre Bahn zwischen den Fixsternen gegen den Äquator geneigt sein. Nachdem durch mannigfaltige und wiederholte Übungen erreicht war, daß aus der Vergleichung einzelner

Sonnenstände mit den jeweiligen Stellungen des Fixsternhimmels (welche mittels des Himmelsglobus aus früheren Beobachtungen erschlossen werden mußten) die annähernde Deckung der Sonnenbahn mit der wirklich beobachteten Mondbahn einzuleuchten anfang, wurde wieder die so in den Hauptzügen aus den Erscheinungen selbst gewonnene Vorstellung durch den „Ekliptik-apparat“ befestigt.¹⁾ Indem hier ein elektrisches Glühlämpchen, welches während $13\frac{1}{4}$ ost-westlichen Umdrehungen der Armillarsphäre einmal in west-östlicher Richtung die gegen den „Äquator“ unter $23\frac{1}{2}^{\circ}$ geneigte „Ekliptik“ durchläuft, alle Änderungen der Schatten-Richtungen und -Längen erzeugt, welche von Anfang unserer Sonnenbeobachtungen als in der Natur tatsächlich stattfindend erkannt und eingeprägt waren, ließ sich nun am Modell auf einen Blick überschauen, daß und wie die Schraubenbewegung der Sonne in



Ekliptik-Apparat. (Die Drahtringe, welche den Äquator, die Wende- und die Polarkreise darstellen, sowie die an den entsprechenden Stellen anzubringenden Darstellungen der Sternbilder „Großer Bär“ und „Orion“ sind aus der Figur weggelassen.) Durchmesser der Armillarsphäre 64 cm.

bezug auf die Erde ebenso richtig, zugleich aber viel einfacher durch die Ekliptikbewegung der Sonne in bezug auf den Fixsternhimmel wiedergegeben werde.

Mit der Vorstellung dieser letzteren Bewegung war nun endlich die unentbehrliche Grundlage gewonnen für das Verständnis des Koppernikanischen Satzes von dem Umlauf der Erde um die Sonne. Indem wir diesen Satz (so wie den leichteren, auf die „scheinbare“ Bewegung des Fixsternhimmels sich beziehenden Satz von der Drehung der Erde um ihre Achse) aus den bisher verfolgten Erscheinungen selbst zu verstehen suchten, begnügten wir uns, einzusehen, daß diese Erscheinungen wenigstens ebensogut durch eine Bewegung der Erde um die Sonne wie durch eine Bewegung der Sonne um die Erde erklärt

1) Beschrieben in dem oben (S. 370) angeführten Aufsätze „Zwei Lehrmittel usw.“

werden können; um was erstere Erklärung noch besser sei, behielten wir dem Unterrichte späterer Jahre vor. — Um die herkömmlichen Vergleiche jener Bewegungen mit den Bewegungen eines Mannes, der um die in der Mitte eines Bildersaales leuchtende Lampe umhergeht, noch zu beleben, brachten wir an den Wänden des Schulzimmers die zu Brauns Himmelsatlas gehörigen Abbildungen der zwölf Sternbilder Widder, Stier usw. an.¹⁾ — Daß sich übrigens die Lage der zwölf Tierzeichen der Ekliptik nicht mit der Lage der gleichnamigen Sternbilder deckt (— von einer Erklärung dieser Tatsache kann auf dieser Stufe keine Rede sein —), wurde immerhin aus mancher Wahrnehmung auffällig; so z. B. daraus, daß, als Ende Mai die Sonne bereits in das Zeichen der Zwillinge getreten war, doch Castor und Pollux noch ziemlich lange nach Sonnenuntergang am Westhimmel sichtbar blieben.

Als Maßstab dafür, ob jene beiden Hauptsätze der Lehre des Kopernikus auch nur in jenem beschränkten Sinne einer die Tatsachen ungezwungen wiedergebenden Vorstellungsweise von den Schülern wirklich verstanden worden seien, galt die wenigstens annähernd richtige Lösung der Aufgabe: mit dem Arme nach jener Richtung des Himmels zu zeigen, nach welcher wir uns samt unserer ganzen nächsten Umgebung eben jetzt infolge der Drehung und infolge des Umlaufes der Erde um die Sonne fortbewegen. Erst als derlei Übungen hoffen ließen, daß mit jenen beiden Sätzen anschauliche und auf die wirkliche Erde (nicht nur auf Modelle, deren Gebrauch hier absichtlich ganz vermieden wurde) anwendbare Vorstellungen verbunden worden seien, hielt ich das sozusagen theoretische Lehrziel des astronomischen und astronomisch-geographischen Unterrichts der unteren Klassen für erreicht. Speziell in bezug auf astronomische Geographie mußten die Schüler von nun an imstande sein, für einen beliebigen Ort der Erde, dessen Breite sie aus der Karte zu entnehmen hatten, die Stellung der Sonne über dem Horizont und hiemit die klimatischen Grundtatsachen je nach Wahl aus jeder der drei möglichen Vorstellungsweisen anzugeben: Erstens aus der Stellung der Schraubenbahn zur Erde; zweitens aus der Stellung der Sonne in der Ekliptik und der Stellung der letzteren zur Erde; drittens aus der Kopper-

1) Ich habe diese Methode der Veranschaulichung vor anderthalb Jahren durch einen Vortrag im Vereine „Bürgerschule“ kennen gelernt.

nikanischen Vorstellung von der Drehung und dem Umlaufe der Erde.

Das hiemit in der IV. Klasse von uns angestrebte Lehrziel ist, wie man sieht, beträchtlich niedriger als dasjenige, welches die Instruktionen für den geographischen Unterricht der III. Klasse aufstellen, indem sie u. a. „einige Beweise für die Achsendrehung der Erde“ (S. 133) verlangen und hinzufügen: „... Nun mag ein Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne (etwa der aus den Rückläufen der Planeten) folgen“.

Nicht um einen derartigen „Beweis“ anzutreten, sondern weil das aufmerksame Verfolgen der zunächst scheinbar regellosen Planeten-Bewegungen den kräftigsten Anreiz gewährt, wieder und wieder den Blick zum Himmel emporzuwenden und sich mit dem Wechsel seiner Erscheinungen vertraut zu machen, suchten wir auch die fünf mit freiem Auge sichtbaren Planeten aus eigenem Anblick kennen zu lernen.

Saturn war der erste von den Planeten, welcher sich unserer Beobachtung darbot, und dies unter besonders merkwürdigen Umständen. Seit seinem Auftauchen am abendlichen Osthimmel zu Beginn des Jahres 1890 bis zu seinem gegenwärtigen Stande, wo er nach Sonnenuntergang schon ziemlich tief gegen Westen vorgeschritten ist, hält er sich nämlich in nächster Nähe des Regulus auf. Diese Nähe macht den Unterschied zwischen dem weißen, flimmernden Fixsternglanz des letzteren und dem gelblichen, ruhigen Planetenlichte des ersteren höchst auffällig. Noch mehr aber luden zu anhaltenden Vergleichen ein die langsamen Änderungen der Stellung des Saturn zum Regulus, wobei letzterer gleichsam als feste Marke für die Beobachtung der Bewegungen des ersteren dienen konnte: Als wir die Beobachtungen begannen, näherte sich der Planet Saturn dem Fixstern Regulus von Osten her an (er war „rückläufig“), schritt am 28. März an ihm vorbei (Konjunktion), hielt seine ost-westliche Bewegung am 28. April an (wurde stationär) und kehrte nun in die „rechtläufige“ Bewegung von West gegen Ost zurück, welche bei allen Planetenbewegungen die überwiegende ist. — Die Schleife, welche der Planet hiebei in der Nähe des Fixsternes beschrieben hat, stellte R. S. auf Millimeterpapier in großem Maßstabe dar; es wurde dabei der populäre „Astronomische Kalender“¹⁾

1) Auch der „Krippenkalender“, welcher sehr brauchbare astronomische Daten und Zeichnungen bringt, hat uns bei diesen und manchen anderen

(herausgegeben nach dem Muster des Littrowschen Kalenders von der k. k. Sternwarte in Wien) benützt, welcher die Örter der Planeten von 10 zu 10 Tagen in Rektaszension und Deklination angibt. (Letztere Begriffe waren am Himmelsglobus durch die Analogie mit „Breite“ und „Länge“ am Erdglobus leicht zu erklären.) Als im März Saturn bereits genügend hoch für die Beobachtung in den frühen Abendstunden stand, besuchten einige interne und fast alle externen Schüler der IV. Klasse die optische Anstalt des Herrn Fritsch (Gumpendorferstraße), welcher uns in liebenswürdigster Weise durch ein großes Fernrohr die wunderbaren Ringe des Saturn, einige Mondgebirge, den Nebel im Orion und den Sirius sehen ließ. — Einige Zeit vorher, als uns noch vorwiegend der Mond beschäftigte, hatten wir durch die dem physikalischen Kabinette unseres Gymnasiums gehörigen kleineren Fernrohre (ein dioptrisches von 6 cm Objektivöffnung und ein Fritschsches Brachyteleskop) an den Fenstern der gegen Westen gelegenen Kammerate die Sichel des zunehmenden Mondes beobachtet.

Um Ostern 1890 wurde Venus als Abendstern kurz nach Sonnenuntergang sichtbar. St. N. glaubt sie während der Osterferien bei Graz in der Abenddämmerung wahrgenommen zu haben; ich konnte diese Vermutung auf Grund gleicher Wahrnehmung bestätigen. — Gegen Ende April war Venus schon so weit von der Sonne entfernt und so lang nach Sonnenuntergang sichtbar, daß sie nun schon von der Mehrzahl der Schüler bemerkt wurde.

Der Anfang Mai 1890 brachte ein seltenes Schauspiel: Merkur (den zu sehen Koppernikus sein Lebenlang vergeblich gewünscht haben soll) wurde am Abendhimmel sichtbar und war, da er sich nahe bei Venus aufhielt, mit freiem Auge ganz ausnahmsweise leicht auffindbar; am leichtesten am 6. Mai, als dem Tage seiner „größten östlichen Elongation“. Um diese zu beobachten, begaben sich sechs externe Schüler unter meiner Führung auf den Linienwall nächst dem Südbahnhof. Wir hatten nach dem astronomischen Kalender den Ort des Merkur am Fixsternhimmel (AR und D) ermittelt, diesen Ort am Himmelsglobus aufgesucht,

Übungen gute Dienste getan; auch Diesterwegs „Himmelskunde“, Plassmanns „Vademecum astronomi“ und einzelne Zeichnungen der Zeitschrift „Himmel und Erde“ wurden außer der Schule einzelnen Schülern gezeigt. Auch die Zeitschrift für den physikalischen Unterricht bringt seit dem letzter erschienenen Hefte (Juni 1889) Daten über die astronomischen Erscheinungen, welche als speziell für Schulzwecke zusammengestellt, uns in Zukunft regelmäßig als Leitfaden für die Beobachtungen dienen werden.

mittels des letzteren die Stunde (einige Minuten nach 7 Uhr) und den Ort des Sonnenunterganges für diesen Tag bestimmt und nach dem Globus für jenen Zeitpunkt die Stellung von Sonne, Venus und Merkur in bezug auf den Horizont auf einem Papierblättchen skizziert. Nachdem wir dann von unserem Standort die Sonne über den Dornbacher Bergen hatten untergehen sehen, konnten wir mittelst der Skizze etwa eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang an dem noch ziemlich hellen Westhimmel zuerst Venus und wieder etwa eine Viertelstunde später Merkur erblicken; letzteren noch um ein gutes Stück höher über dem Westhorizont stehend als Venus, viel schwächer leuchtend als diese, aber doch heller als die Fixsterne, indem er trotz des noch immer lichten Hintergrundes früher sichtbar wurde als die Fixsterne erster Größe. Erst nach $\frac{1}{2}$ 9 Uhr wurden Venus und Merkur in dem trüben Qualm unsichtbar, welcher über dem Horizonte lagerte. — Am nächsten Tage berichteten die Teilnehmer unserer Expedition über das Gesehene und entwarfen an der Schultafel eine Skizze der gegenwärtigen Stellung von Horizont, Venus und Merkur; dies genügte, daß schon am nächsten Tage einige andere Schüler berichten konnten, nun ebenfalls Venus und Merkur gesehen zu haben, und an den nächsten Abenden, deren mehrere glücklicherweise sehr klar waren, gelang der Mehrzahl der internen wie der externen Schüler das gleiche. Dabei war es höchst auffallend, wie schnell von Tag zu Tag Merkur der Sonne näher rückte (Konjunktion mit Venus am 9. Mai); am 12. gelang es uns auch, ihn vom Fenster der Kammer aus durch das Fernrohr zu erblicken, und bei dieser Gelegenheit bekam die Mehrzahl der Internen durch das Fernrohr auch Venus und Saturn zu sehen. —

Während der letzten Wochen wurde die wachsende Entfernung der Venus von der Sonne daran merklich, daß der Planet infolge seiner größeren Höhe um die Zeit des Sonnenunterganges und nach demselben nun immer leichter und als immer glänzenderes Gestirn am Abendhimmel zu sehen ist.

Und schon beginnt neben diesem Gegenstande der Beobachtung ein neuer den Anblick zu fesseln: Mars, der in den ersten Tagen des Juni von einigen Schülern in der Nähe des Vollmondes beobachtet wurde und seitdem durch seinen roten Glanz die Aufmerksamkeit immer mehrerer auf sich lenkt, indem er gegen 10 Uhr abends über der Südgegend steht. Er ist gegenwärtig (seit 22. April 1890) rückläufig, wird vom 4. Juli 1890

der Beobachtung der himmlischen Erscheinungen Ernst zu machen, ganz ausnehmend begünstigt. — Vielleicht dürfen aber die erfreulichen Erfahrungen, welche bei der wirklichen Ausführung jenes Vorsatzes gesammelt wurden, für alle Zukunft dahin gedeutet werden, daß es eben nichts als des wirklichen Versuches bedürfe, um in den immer sich wiederholenden und doch immer wieder neuen Schauspielen am gestirnten Himmel eine unerschöpfliche Quelle der Anregung für unsere heranwachsende Jugend zu erschließen. Wären die Schwierigkeiten, welche das Leben in der Schule, zumal in einer großen Stadt, dem Erfolge solcher Anregungen entgegengestellt, nur annähernd so groß, als wofür sie gewöhnlich gehalten werden, so müßten sie sich in unserem besonderen Falle doppelt geltend gemacht haben: Denn einerseits ist zurzeit (durch den Lehrplan und die Instruktionen von 1884) dem Unterrichte der Naturlehre in den unteren Klassen offiziell keinerlei Einfluß auf die regelmäßige Beschäftigung der Schüler mit jenen reizvollsten aller Naturerscheinungen eingeräumt. Andererseits bringt es das Leben der Schüler in einem Internate mit sich, daß die Gelegenheiten zu eigenen Beobachtungen von Erscheinungen, die sich zum größten Teil am nächtlichen Himmel zeigen, im Vergleich zu den in der Regel bestehenden Verhältnissen der Schüler anderer Lehranstalten noch beträchtlich eingeschränkt sind.

Wenn unser Versuch gleichwohl von einigem Erfolg begleitet war, so gebührt der lebhafteste Dank dafür der tatkräftigen Unterstützung, welche die Herren Direktoren der Akademie und des Gymnasiums jedem Schritte zur Erreichung unserer Absicht angedeihen ließen. Auch meinem verehrten Herrn Kollegen, dem Herrn Kustos der physikalischen Sammlung, danke ich herzlichst für die Zuvorkommenheit, mit der er die Mittel zur Anschaffung der nötigen Vorrichtungen aus der unter seiner Verwaltung stehenden Dotation bewilligte. Desgleichen haben mich auch der Herr Ökonom und der Herr Ingenieur der Akademie durch ihren freundlichen Rat und Anteil bei der Errichtung des Gnomon zu bestem Danke verpflichtet.

Meine lieben Schüler aber sollen beim Lesen dieser Zeilen an manche Stunde edler Freude erinnert sein, die sie im Anblicke und im Verstehen der Wunder des Himmels erlebt haben und wie sie solche noch oft erleben mögen.

Wien, Ende Juni 1890.

A. HÖFLER.

Anhang II (Fortsetzung, zweites Programm).

Welche Himmelserscheinungen während des Schuljahres 1896/97 von unseren Schülern beobachtet worden sind.

Mit Beschreibung einer Schülersternwarte.

Im Jahresberichte unseres Gymnasiums 1890 S. 111ff. habe ich berichtet, „Welche Himmelserscheinungen während der Schuljahre 1889 und 1890 von den Schülern der dritten und vierten Klasse beobachtet worden sind“. Da zu jener Zeit (seit den Instruktionen von 1884) ein Unterricht der Astronomie und astronomischen Geographie im Lehrplan des physikalischen Unterrichtes der unteren Klassen überhaupt nicht vorgesehen war, galt es in jener Mitteilung, durch ein konkretes Beispiel zu beweisen, daß und wie ein solcher Unterricht dem der Naturlehre ohne irgendwelche Überbürdung eingegliedert werden könnte. Seither haben die neuen Lehrpläne und Instruktionen vom Jahre 1892 einen solchen Unterricht systemisiert (vgl. V.-Bl. S. 402 u. 413). Die nachfolgende kurze Mitteilung darf sich sonach darauf beschränken, neuerdings an einem konkreten Beispiel zu zeigen, wie sich diese Bestimmungen nicht nur sehr wohl verwirklichen lassen, sondern wie ihre Durchführung „unter steter Anknüpfung an die am Himmel bei Tag und Nacht sich jeweilig abspielenden Vorgänge“ ein unvergleichliches Mittel zur Belebung des Unterrichtes bildet. — Ja, an Bedeutsamkeit noch weit hinausragend über die Interessen des Unterrichtes als solchen bewährte sich die gemeinsame Tätigkeit von Lehrer und Schüler im Beobachten schöner und erhabener Erscheinungen am gestirnten Himmel als ein höchst erfreuliches erzieherisches Moment, indem das Band gemeinsamen Interesses für hohe und edle Dinge, denen der Mann wie der Knabe in immer sich erneuernder Bewunderung gegenübersteht, ganz von selbst Lehrer und Schüler mindestens in demselben Maße auch menschlich einander näherbringt, wie die erst jüngst wieder mit vollem Rechte empfohlenen gemeinsamen Ausflüge in die freie, schöne Natur.

Ehe ich einige spezielle Beobachtungsgegenstände des abgelaufenen Jahres namhaft mache, erlaube ich mir, als eine willkommene Neuerung in den Bedingungen einer erfolgreichen Beobachtung die „Schüler-Sternwarte“¹⁾, welche uns seit Anfang des Schuljahres 1896/97 zur Verfügung stand, kurz zu beschreiben. Jene Bezeichnung soll keine übertriebenen Erwartungen erwecken. Im Hause Nr. 31 der Theresianumgasse, Ecke der Viktorgasse, erhebt sich über das sonst dreistöckige Haus ein Eckzimmer in der Höhe des vierten Stockes mit einer asphaltierten Plattform, die also die Höhe eines fünften Stockes besitzt. Zimmer und Plattform sind 5,60 m lang, 5,20 m breit. Das Zimmer gewährt durch fünf hohe Bogenfenster, zwischen denen nur schmale Pfeiler sind, bequeme Aussicht gegen Norden, durch drei weitere solche Bogenfenster einige Aussicht gegen Osten. Von der Plattform aus hat man eine fast den ganzen Horizont von Wien frei überschauende, nur gegen Süden durch Hausdächer etwas beschränkte Aussicht. Gegen Südwest erblickt man den Anninger mit der Warte, gegen W. bis NW. zeigen sich die Dornbacher Berge, gegen N. Hermannskogel, Kahlenberg, Leopoldsberg, Bisamberg, gegen NO. bei günstiger Beleuchtung sogar das Marchfeld. Der Stephansturm ragt beinahe genau im Norden empor. Als „Mire“ dient die Rathausuhr um so willkommener, als sie nicht nur bei Tag, sondern dank ihrer elektrischen Beleuchtung auch jederzeit bei Nacht sofort auffindbar ist. Ihr Azimut ist von Herrn Dr. Robert Froebe, Assistent der Wiener Universitäts-Sternwarte, und von mir in mehreren Beobachtungen mittelst der Stellung des Polarsternes mit $153^{\circ}6'$ bestimmt worden. Alle auffallenderen Bauten Wiens: über das Laubmeer des unmittelbar unter der Warte sich ausbreitenden Theresianumgartens herrlich emporstrebend die Karlskirche, darüber hinaus die Hofburg, die Hofmuseen, zahlreiche Türme und Kuppeln, die Rotunde im Prater usf.

1) Ein Zufall wollte es, daß an demselben Tage (Juni 1896), da ich die ersten Schritte zur Gewinnung der oben beschriebenen Beobachtungsstelle für die Unterrichtszwecke des Theresianischen Gymnasiums getan hatte, der Schriftführer des „Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes“ sich brieflich an mich gewendet hat, um die Anregung zu einer „Wiener Urania“ zu geben. Inzwischen hat sich dieser Gedanke in vielverheißender Weise weiter entwickelt – wovon die Gastvorstellungen der „Berliner Urania“ im Wiener Deutschen Volkstheater eine gelungene Probe gegeben haben und die große Ausstellung im kommenden Jubiläumsjahre weitere Proben geben wird. [So 1897: wie glänzend hat sich diese Entwicklung der Wiener Urania bis heute, 1912, fortgesetzt!]

breiten sich wie auf einem Stadtplan vor dem ungehinderten Blick aus — eine lebendige Heimatskunde.¹⁾

In dem Zimmer stehen, jederzeit zur Benützung bereit, die bescheidenen, aber völlig ausreichenden Beobachtungs-Instrumente, welche unser Gymnasium zum Teil schon lange besitzt, die aber bisher naturgemäß nur selten, eigentlich nur ausnahmsweise zur Verwendung gekommen waren: Ein katoptrisches Fernrohr mit 6,5 cm Objektiv-Öffnung, ein Brachyteleskop von Fritsch mit 10 cm Spiegelöffnung, eine französische Winkeltrommel, die die Aufgaben eines Theodoliten für Schulzwecke ausreichend erfüllt; endlich ein (etwa 80–100 Jahre alter) Spiegelsextant englischer Erzeugung.

Mit diesen Mitteln nun haben wir gegen 20mal während des Schuljahres längere oder kürzere Beobachtungen angestellt. Mehrmals wurden die internen Schüler kameratenweise durch ihre Herren Präfekte, in der Regel auch begleitet von Professor Dr. SCHÖNACH, auf unsere Sternwarte geführt. — Der erste dieser Besuche war geehrt durch die persönliche Teilnahme des Herrn Akademiedirektors, Sektionschef Freiherrn von PIDOLL. Für solche

1) Daß eine solche Heimatskunde auch für unsere Gymnasiasten nicht gegenstandslos ist, belege das eine Beispiel, daß ein Schüler der vierten Klasse, Sohn aus guter Familie, den Kahlenberg nicht nur nicht erkannte, sondern auch nicht wußte, daß es gegen Norden hin einen solchen gebe.

Ich beabsichtige, den ganzen Horizont nach und nach photographisch aufnehmen zu lassen (— auch unter unseren Schülern zählen wir einige der Photographie Beflissene). Namentlich der Horizont von SW. bis NW., über welchen sich die Untergangspunkte der Sonne zu verschiedenen Zeiten des Jahres verteilen, wurde bisher in Bleistiftskizzen aufgenommen, die Untergangspunkte notiert und mit Monat, Tag, Stunde und Minute des Unterganges bezeichnet. Künftighin könnten dann diese Punkte in Vervielfältigungen der photographischen Aufnahmen eingetragen werden und würden so ein wertvolles Lehrmittel zur astronomischen Geographie abgeben. Welche Belebung des Unterrichtes, wenn z. B. das Wandern des Untergangspunktes in einem großen Skioptikon-Bild wird verfolgt werden können!

Weitere Arbeiten werden dann für die Zukunft sein: Die Aufnahme von Azimut und Höhe verschiedener ausgezeichneten Punkte des Horizontes, Turmspitzen usf.; die genaue Bestimmung der Hauptrichtungen des Horizontes (Weltgegenden), welche auch auf der Plattform selbst zu verzeichnen sein werden. Es sei hinzugefügt, daß man von der Sternwarte insoweit Aussicht gegen die Fenster des Physiksaales des Theresianums hat, daß sich die auf der Sternwarte aufgenommenen Weltgegenden mittels unseres kleinen Theodoliten auch in den Physiksaal werden übertragen lassen — nach dem Satze: Wechselwinkel zwischen Parallelen (diesmal Vertikalebene, nämlich den Meridianebenen der Sternwarte und des Physiksaales) sind einander gleich. — Wie man aus den wenigen Beispielen sieht, äußerst einfaches und doch anregendes Übungsmaterial genug auch für spätere Schuljahre.

Besuche seitens der Zöglinge ist die Warte sehr bequem gelegen, indem vom Gartenpfortchen der Theresianumgasse bis zum Hause der Sternwarte kaum 100 Schritte sind.

Von den externen Schülern fanden sich, wenn vormittags zur Zeit der Schulstunden für die Abendstunden günstiger Himmel zu erwarten war, kleinere und größere Gruppen von 4 bis 25, manchmal sowohl der IV. wie der VII. Klasse, manchesmal auch solche der III. und VIII. Klasse zur Beobachtung ein. — Ich berichte mit herzlicher Freude, daß, wiewohl der Ton des Verkehres, wenn es eine Erscheinung abzuwarten, auf eine schwer zu bemerkende erst nach längeren Bemühungen aufmerksam zu werden galt, naturgemäß manches von der starren Schulform ablegte, das Verhalten unserer jungen Astronomen jederzeit musterhaft war.

Und nun schließlich zu einigen der Beobachtungen selbst. Ich wiederhole aus dem damaligen Berichte nicht, was sich namentlich betreffs der Beobachtungen der Sonne und des Mondes von Jahr zu Jahr in gleicher Weise wiederholt. — Von Jahr zu Jahr neu sind dagegen namentlich die Beobachtungen der Planeten.¹⁾

Diesmal lenkte Venus gerade am Anfang des Schuljahres die Blicke auf sich, als sie an einigen schönen Abenden des September am Westhimmel, bald nach Sonnenuntergang dem Horizont nahe, als glänzender Stern von einigen Schülern bemerkt wurde. Die ganzen Wintermonate hindurch fesselte sie immer neu die Aufmerksamkeit bis zu ihrer größten Elongation am 16. Februar, der Phase des größten Glanzes am 21. März, worauf sie rasch der untergegangenen Sonne wieder näher trat bis zu ihrer unteren Konjunktion am 18. April. Durch unsere Fernrohre wurden dabei die Phasen immer wieder beobachtet; zum letztenmal sahen wir den Planeten als schon sehr schmale, aber eben dadurch um so

1) Für alle Planetenbeobachtungen bietet ein überaus wertvolles und hand-sames Lehrmittel die von M. KOPPE gezeichnete Beilage zu POSKES Ztschr. für den physikal. und chem. Unterricht „Die scheinbaren Bahnen der beweglichen Gestirne im Jahre 1897, bezogen auf das Koordinatensystem der Ekliptik“. Diese jährlich im Dezember neu erscheinende Karte ist auch im Sonderabdruck nebst einer ausführlichen Anleitung für wenige Kreuzer separat zu beziehen (in Österreich durch den Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichtes pr. Adr. des Redakteurs der Vierteljahrsberichte, Prof. Dr. E. MAISS [† 1900]). — Ich erwähne als Beleg für das Interesse unserer Schüler an diesen Dingen, daß aus der vierten Gymnasialklasse alle 48, aus der siebenten Klasse 23 Schüler die Karte bezogen haben.

interessanter gewordene Sichel am 9. April, unmittelbar vor den Osterferien.

Der Held des Jahres war für uns Mars, da er es nicht unter seiner Würde hielt, diesmal so recht sich in den Dienst unseres Schulunterrichtes zu stellen. Als er im Oktober gegen 10 Uhr abends im Osten sichtbar wurde, stand er ziemlich mitten zwischen den auffallenden Sternbildern Stier (Aldebaran) und Zwillingen (Castor und Pollux). Am 31. Oktober wurde er rückläufig und blieb es bis 16. Jänner, wo er dem Aldebaran ganz auffallend nahe gekommen war. Er beschrieb dieses Jahr eine eigentliche Schleife (wovon unten noch mehr), vom 16. Jänner an wurde er wieder rechtläufig, erreichte jene Stelle mitten zwischen Stier und Zwillingen Mitte März und hatte Ende April die durch Castor und Pollux bestimmte Gerade bereits stark überschritten. Am 14. Juni war er ziemlich tief am Westhorizonte noch immer als ein lichtschwaches rötliches Sternchen zu bemerken (obere Konjunktion mit der Sonne am 21. Nov. 1897), während er zur Zeit seiner Opposition im November als helleuchtendes Gestirn alle Blicke auf sich und seine Umgebung am Osthimmel gelenkt hatte. Da wir in der VII. Klasse im Unterricht der Mechanik im Dezember von den Planetenbewegungen und den Keplerschen Gesetzen zu sprechen hatten, deren erstes und zweites ja in jener berühmten Abhandlung vom Jahre 1609 „*De motibus stellae Martis*“ zuerst aufgestellt worden sind, so war es doppelt willkommen — ja gewann überhaupt erst volles Verständnis und Interesse, daß uns Mars am Himmel in unverkennbarer Weise eine jener Schleifenbewegungen vorführte, welche zur epizyklischen Theorie des Ptolemäus Anlaß gaben und anderthalb Jahrtausend später das eigentliche Motiv zur weltumgestaltenden kopernikanischen Theorie wurden.

Auf eben diesen Anlaß einer Beobachtung wirklicher Schleifenbildung in der Marsbahn wurden von einigen eifrigen Schülern der IV. und VII. Klasse während der Weihnachtsferien jene großen Darstellungen des ganzen Tierkreisgürtels und der Marsbahn (1894–1898) ausgeführt, deren unter den Bereicherungen unserer physikalischen Lehrmittelsammlung gedacht ist. Die Marsbahn zeigte für den Herbst 1894 ein Zickzack — die andere Form der Rückläufigkeitsbewegung neben der oben erwähnten eigentlichen Schleifenbildung. Im Unterrichte wird die 4 m lange transparente Darstellung des Fixsternhimmels nördlich und südlich der Ekliptik

an dem ebenfalls 4 m langen Experimentiertische des Physiksaales ausgespannt und hinter dem transparenten Papier der schmalere, aber längere Streifen, welcher nebst der ebenfalls als Gerade angenommenen Ekliptik die aufeinanderfolgenden Jahrgänge der Marsbahn in einer stetigen Kurve zeigt. An dieser weithin sichtbaren Zeichnung können auch die immer gleich bleibenden Zeitlängen vom Passieren eines auf-, bzw. absteigenden Knotens bis zum nächsten von den Schülern selbst abgelesen werden – und was sonst nötig ist zum eigentlichen Verständnis der herkömmlicherweise fast immer nur dogmatisch mitgeteilten Tatsachen, welche der heliozentrischen Theorie der Planetenbewegungen auf Grund der geozentrischen Beobachtungen zugrunde liegen. – Ähnlich wie den Streifen mit der Marsbahn werden künftig eifrige Schüler uns solche für die Jupiter- und für die Saturnbahn zeichnen.

Jupiter und Saturn fanden sich später als Beobachtungsobjekte ein. Jupiter hielt sich in der Nähe des Regulus auf; Saturn war aus seiner Stellung nächst dem Regulus, welche im Jahresbericht 1890 S. 123ff. näher geschildert worden ist, gegen Osten bis in das Sternbild des Schützen gerückt. Saturn bietet gegenwärtig nahezu die größte Ringöffnung dar.

Die interessanteste Beobachtung des Jupiter machten wir am 14. Juni, für welchen der astronomische Kalender den Austritt des II. Jupiter-Trabanten für 8 Uhr 46 Min. abends ankündigte. In der Tat sahen wir kurz vor 9 Uhr zu den bis dahin schon deutlich sichtbaren drei Monden plötzlich noch einen vierten nahe dem Rande der Jupiterscheibe.

An diesem Abende hielten sich externe Schüler der IV. und VII. Klasse von $\frac{1}{2}$ 8 Uhr bis gegen $\frac{1}{2}$ 11 Uhr abends unter Herrn Kollegen SCHONACHS und meiner Aufsicht auf der Sternwarte auf, indem der Sonnenuntergang (Untergangspunkt nächst der Sophienalpe), dann das Sichtbarwerden des Jupiter und später verschiedener Fixsterne (von welchen Wega, Capella, Arcturus u. dgl. oft von mehreren Schülern der IV. Klasse sofort beim Sichtbarwerden, bloß nach der Position in Azimut und Höhe, ohne die Anhaltspunkte nach benachbarten Sternbildern mit großer Sicherheit erkannt wurden), dann der Aufgang des Vollmondes fast genau entgegengesetzt dem Untergangspunkte der Sonne, später gegen NO ein Meteor, dann der erwähnte Austritt des

II. Jupiter-Trabanten und die auffallende Annäherung eines anderen an die Jupiterscheibe beobachtet worden sind.

Von sonstigen Beobachtungen sei noch erwähnt die Aufnahme des Azimut der Rathausuhr am 11. November 1896; am 7. Dezember eine schöne Konjunktion von Mond und Venus; am 28. April die größte östliche Elongation des Merkur, um dessen Anblick Koppernikus sein Leben lang umsonst sich bemüht hatte, während dieser den Alten so wohlbekannte Planet von unseren Schülern wiederum mit freiem Auge auf Grund vorhergegangener Orientierung nach dem astronomischen Kalender und dem Himmelsglobus (vgl. Jahresbericht 1890, S. 125) unschwer gefunden und deutlich gesehen wurde. Auch der Doppelstern Mizar im großen Bären wurde damals und später beobachtet. Am 1. Juni: die Mondsichel am ersten Tag nach Neumond, also noch äußerst schmal und sehr nahe dem Horizont, vom scharfen Auge eines Quartaners aber gleichwohl am erwarteten Orte bald nach Sonnenuntergang richtig gefunden. — Also, wie ich keinem Kundigen zu sagen brauche, den Kleingläubigen neuerdings zu versichern aber nicht umhin kann: ein unerschöpflicher Stoff zur Beobachtung und zu denkender Verarbeitung das ganze Jahr hindurch Monat für Monat, Tag für Tag!

Es sei noch für die Erinnerung festgehalten, daß das große und lebhafte Interesse seitens näher und ferner stehender Fachgenossen für eine naturgemäße Entwicklung des astronomischen Unterrichtes¹⁾ sich auf dem diesjährigen Mittelschultage kundgegeben hat, indem gegen 50 Teilnehmer des Tages sich um $\frac{1}{2}$, 7 Uhr im Physiksaale des Theresianums zur Vorführung einiger älterer und neuerer Lehrmittel für den astronomisch-geographischen Unterricht (näherer Bericht in der Zeitschrift „Österreichische Mittelschule“, XI. Jahrg., S. 285) einfanden und darauf, 40 an der Zahl, unsere Schülersternwarte mit ihrem Besuche beehrten und beim Beobachten der Venussichel, der Jupitermonde usf. noch mehr als zwei Stunden verweilten.

So erübrigt mir denn, wie im Jahresberichte 1890, neuerdings den herzlichsten Dank auszusprechen für mancherlei Förderung, welche unsere bescheidenen Unternehmungen wieder gefunden

1) Auch die Hörer des Kollegiums „Didaktik des Mittelschulunterrichtes der Astronomie und der astronomischen Geographie“, welches ich im vergangenen Wintersemester [1896/7] an der Universität gelesen habe (zweistündig), besuchten mehrmals die Schülersternwarte behufs Beobachtungen und Übungen.

haben: Zunächst dem Besitzer des Hauses Nr. 31, Herrn DETOMA, für zuvorkommendes Eingehen auf meine Wünsche bezüglich der Miete jenes durch Jahre ganz unbenützt gewesenen Raumes. Sodann meinem werten Kollegen Prof. Dr. SCHÖNACH für Gewährung eines Beitrages zu dieser Miete aus der Dotation der physikalischen Lehrmittelsammlung, der er als Kustos vorsteht. Ferner dem Herrn Pädagogen NEUENDORFF für die Überlassung eines vortrefflichen dioptrischen Fernrohres von Fraunhofer, endlich Herrn Assistenten Dr. Robert FROEBE für seine mehrfache Anteilnahme an unseren Arbeiten.

Zum Schluß aber wiederhole ich unverändert die Worte jener ersten Mitteilung vom Jahre 1890: „Meine lieben Schüler sollen beim Lesen dieser Zeilen an manche Stunde edler Freude erinnert sein, die sie im Anblicke und im Verstehen der Wunder des Himmels erlebt haben und wie sie solche noch oft erleben mögen.“

Wien, Ende Juni 1897.

A. HÖFLER

Anhang III. Eine Blütenlese.

A. Aus der Sammlung von AD. JOS. PICK (1887).

1. *„Daß die Erde in der Richtung von Norden nach Süden ebenfalls eine gekrümmte Oberfläche hat, ergibt sich daraus, daß dem nach Norden Reisenden fortwährend neue Gestirne sichtbar werden, während ihm bekannte Gestirne im Süden verschwinden. Der nach Süden Reisende hat dieselben Erscheinungen. Ihm verschwinden die Sterne des nördlichen Himmels allmählich unter dem Horizonte, während er im Süden neue erblickt.“*

Dem Verfasser war „das Verhältnis der Zirkumpolarsterne nicht klar. Am Äquator sind uns die Gestirne der ganzen Himmelskugel sichtbar; reisen wir von da nach Nord (oder Süd), so werden uns im Süden (bzw. Norden) immer mehr und mehr Sterne unter dem Horizont verschwinden, im Norden (bzw. Süden) keine neuen aufsteigen, sondern mehr und mehr derselben Zirkumpolarsterne werden“ (PICK).

2. *„Am 21. März steht die Sonne genau über der Mitte der Erdkugel . . .“*

Heißt hier „Mitte“ = Mittelpunkt? Bei „Mitte der Erdkugel“ denkt doch der Schüler zuerst an den Erdmittelpunkt. Aber wann stünde die Sonne oder was immer sonst für ein Ding oberhalb der Erdoberfläche nicht „über“ dem Erdmittelpunkt? Vorgeschwebt hat dem Verf. wahrscheinlich der Erdäquator. Aber darf man diesen die „Mitte der Erdkugel“ nennen?

3. *„Ebenso kann man sich durch jeden Ort der Erdoberfläche einen Meridian gelegt denken; denn für jeden Ort kulminiert die Sonne alle 24 Stunden einmal und geht dabei durch den Meridian des betreffenden Ortes.“*

PICK fügt bei: „Geht die Sonne bei ihrer Culmination durch den Erdmeridian? Dieser Satz muß ganz vorzüglich klare Vorstellungen in den Köpfen der Schüler wecken, namentlich auch darüber, daß jeder Meridian die Orte verbindet, denen die Sonne, wie alle Gestirne, gleichzeitig kulminieren.“

Die Unklarheiten würden sich beheben, wenn es statt „Meridian“ ausdrücklich „Meridianebene“ hieße (vgl. S. 90 Anm.).

4. „Zweimal im Jahr (am 21. März und am 23. September) steht die Sonne genau über unserem Parallel. Ihre ganze Bahn über unserem Horizonte (ihr Tagbogen) entspricht der Lage nach unserem Parallelkreise, über dem sie aufgeht, kulminiert und untergeht. Dies gilt aber an dem genannten Tage für die ganze Erdoberfläche, also für jeden Ort derselben. Denn wegen der ungeheueren Entfernung der Sonne von der Erde fallen die auf diese gelangenden Strahlen parallel auf, es bewegt sich somit die Sonne am 21. März und 23. September über jedem Parallel der Erde. Aber der Winkel, unter dem die Sonne über dem Horizonte emporsteigt, ist in verschiedenen Breiten verschieden.“

„... Gerade am 21. März und 23. September steht doch die Sonne im Äquator, der ist doch wohl ein Hauptkreis, unser und jeder andere Parallelkreis (den Äquator ausgenommen) aber ist ein Nebenkreis!“ (Pick)

5. „Aber die Ebene der scheinbaren Sonnenbahn (der Ekliptik) und die Ebene der Erdbahn fallen nicht zusammen, sondern schließen einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ein.“

„Das ist wahrlich das Ungeheuerlichste, was man sich denken kann; man traut beim Lesen den eigenen Augen nicht!“ (Pick). — Vgl. oben S. 184 Anm.

6. „... es ist augenscheinlich, daß die Sonne scheinbar den Erdenweg zurücklegt — aber wie auch ersichtlich, in umgekehrter Richtung.“

7. „Da er (der Mond) mit jedem Tage den $29\frac{1}{2}$ ten Teil seiner Bahn nach Osten zurücklegt, so folgt . . .“

Verwechslung von siderischem und synodischem Monat.

8. „Mißt man die Mondhöhe zur Zeit des höchsten und niedrigsten Standes mit Winkelgraden, so findet man, daß der Mond im Winter am 21. Dezember noch um 5° höher culminiert, als die Sonne im Sommer am 21. Juni, und daß er im Sommer am 21. Juni zur Culminationszeit um 5° tiefer steht, als die Sonne im Winter am 21. Dezember.“

Der Verf. dürfte bei „Mond“ und „Mondhöhe“ speziell an den Vollmond und seine Stände in Sommer- und Winternächten gedacht haben. Aber auch dann bleibt es noch falsch, daß jene Abweichungen von der Ekliptik ihre Maxima von $\pm 5^{\circ}$ gerade immer am 21. Dezember und am 21. Juni erreichen.

B. Aus der Sammlung von S. OPPENHEIM (1894–1910).

Vorbezeichnung. Die angeführten Stellen sind wortgetreu Lehrbüchern der Geographie und der Physik entnommen, die aus der Zeit 1894–1910

stammen und mir (OPP.) zufällig in die Hände kamen. Eine systematische Durchsicht aller in Österreich approbierten, sowie auch in Deutschland erschienener und im Mittelschulunterricht in Verwendung stehender Lehrbücher lag nicht in meiner Absicht. Lehrbücher für Bürgerschulen und Lehrerbildungsanstalten wurden ebenfalls nicht durchgesehen.

I. Fehler gegen geometrische Grundvorstellungen.

1. *Im Frühlings- und Herbstäquinoktium fallen beide Ebenen (nämlich Äquator und Ekliptik) zusammen.*

Der Satz erinnert an den schon von PICK zitierten: „Die Ebene der scheinbaren Sonnenbahn und die Ebene der Erdbahn schließen miteinander einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ein“ (s. o. Nr. 5) (OPP.).

2. *Die Schiefe der Ekliptik läßt sich aus der Neigung der Erdachse gegen die Ekliptik als die Ebene der Erdbahn erklären.*

Also: Daß eine Gerade gegen eine Ebene schief steht, läßt sich daraus erklären, daß sie mit ihr einen Neigungswinkel bildet... (OPP.).

3. *An jeder sich bewegendem Kugel müssen zwei Punkte in Ruhe verbleiben, und diese nennt man an der Erdkugel Pole.*

Aus demselben Lehrbuche:

4. *Derjenige Durchmesser der Erdkugel, welcher genau die Richtung von Norden nach Süden hat, heißt die Erdachse.*

Aus demselben Lehrbuche:

5. *Auf den Karten bezeichnen die Meridiane stets die Nord-Südrichtung, die Parallelkreise die Ost-Westrichtung, mögen sie noch so gekrümmt verlaufen.*

6. *Senkrecht kann die Sonne mittags nur zu beiden Seiten des Äquators, d. i. an Punkten zwischen den beiden Wendekreisen, stehen.*

Vgl. oben A. Nr. 2: „Am 21. März steht die Sonne genau über der Mitte der Erdkugel.“

7. *Jede Halbkugel (der Erde) hat ihre warme Zeit, solange sich die Sonne daselbst befindet.*

Ein den neuen Lehrplänen von 1908/09 angepaßtes Lehrbuch (1. Aufl. 1907, 2. Aufl. 1910) behauptet und definiert:

8. *Der Aufgangswinkel der Sonne zählt an jedem Orte der Erde so viele Grade wie die geographische Breite, wobei der »Aufgangswinkel der Sonne« definiert wird als der Winkel zwischen der Aufgangsrichtung der Sonne und dem Lote.*

Das hier Gemeinte trifft nur am 21. März und 23. September zu (und selbst da nur annähernd; für alle Punkte der Erdoberfläche, für die die Sonne nicht genau in dem Zeitpunkt aufgeht, da ihr Mittelpunkt den

Frühlings- oder Herbstpunkt passiert). Daß dagegen die behauptete Gleichheit „Aufgangswinkel der Sonne = geographische Breite“ für die meisten Orte und Zeiten auch nicht einmal annähernd zutrifft, wird besonders augenfällig für die Sommersonnenwende am Polarkreis: denn hier tangiert die Tagesbahn der Sonne den Horizont, und somit ist (der „Kontingenzwinkel“ zwischen den Bogenelementen des Horizonts und der Tagesbahn der Sonnenscheibe = 0° , somit nach obiger Definition) der Auf- (und zugleich Unter-)gangswinkel = 90° , dagegen die geographische Breite = $66\frac{1}{2}^\circ$. – Und wenn und wo die Sonne gar nicht aufgeht – gib'ts dann und dort gar keine geogr. Breite?

Ein Geographielehrbuch (1893) sagt:

9. *Legt man sich durch jeden der 360 Grade des Äquators einen größten Kreis, so erhält man 180 Meridiane. Es gibt also im Ganzen 360 Meridiane. Ihre Entfernung vom Äquator ist 111·3 km.*

Wie verträgt sich dieser (falsche) Satz mit dem unmittelbar vorausgegangenen (richtigen): „Jeder Punkt der Erde hat seinen Meridiankreis. Daher gibt es unzählige Meridiankreise.“? – Ebenso:

10. *Die Meridiane teilt man ein in 180° und zählt ihrer vom Äquator bis zum Nord- bzw. Südpol bis je 90° . Die Grade der einzelnen Meridiane sind gleich groß, und zwar je 111·3 km.*

11. *Orte, die an verschiedenen Meridianen liegen, haben zu verschiedenen Tageszeiten [!] Mittag.*

Warum nicht? Besteht doch in besonders noblen Kreisen die schlechte Gewohnheit, erst um $\frac{1}{8}8^h$ abends „mittag“ zu essen (A. H.).

II. Fehler gegen astronomische Begriffe.

12. *Der Mond bewegt sich in $29\frac{1}{2}$ Tagen um die Erde.*

Also der von Pick schon 1887 gerügte Fehler (s. o. A. Nr. 7) findet sich trotzdem noch in einem 1894 erschienenen Lehrbuch.

13. *Im Verhältnisse zur Erde betrachtet, hat der Mond zwei Bewegungen, eine scheinbare (d. i. die tägliche) und eine wirkliche (monatliche).*

14. *Es ist durchaus unnatürlich [!] anzunehmen, daß die Körper, wie die Sonne und die Fixsterne, die millionenmal so groß sind als die Erde, sich um diese bewegen sollen.*

15. *Auch der Mond sucht die Körper an sich zu ziehen. Das Wasser kann diesem Zuge leichter folgen als das feste Land; infolge dessen schwillt das Meer auf der dem Monde zugekehrten Seite an. Eigentümlich [!] ist es, daß auch auf der entgegengesetzten Seite der Erde eine Anschwellung entsteht.*

In einem Lehrbuche (Berlin 1906) wird das Verfahren zur Bestimmung der Distanz „Mond—Erde“ aus zwei korrespondierenden Beobachtungen beschrieben. Dann heißt es:

16. *Durch ein analoges Verfahren ist auch die Horizontalparallaxe der Sonne angenähert gefunden worden und später durch indirekte Methoden auf 8"8 genauer bestimmt worden.*

17. *Unter siderischer Umlaufszeit eines Planeten versteht man die Zeit zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Umläufen[!] durch denselben Knoten.*

18. *Die Massen derjenigen Planeten, die keine Monde haben, sind durch die Störungen bestimmt worden, die sie in ihrer Bewegung durch die anderen Planeten erleiden.*

Aus der Beschleunigung, die der Planet gleichsam erleidet, kann seine Masse nie bestimmt werden; ebensowenig, wie man aus dem freien Falle eines Körpers infolge der Anziehung der Erde die Masse des fallenden Körpers bestimmen kann — sondern man kann das nur durch die Störungen, die der Planet auf andere aktiv ausübt.

19. *Das Passagen- oder Mittagsrohr dient dazu, den Kulminationspunkt der Sterne genau zu beobachten.*

20. *Für die Bewegungsrichtung der Meteore ist der sogenannte Radiationspunkt von Wichtigkeit, also jene Stelle am Himmel, welche die Richtung angibt, aus der sich die Meteore der Erde nähern.*

21. *Die Librationen des Mondes rühren daher, daß die Rotationsachse des Mondes nicht auf der Ebene der Mondbahn senkrecht steht.*

22. *Für das Zustandekommen einer Mondfinsternis ist es von Wichtigkeit [!], daß der Mond nahe am Knoten steht.*

23. *Man nimmt an den Polen des Mars eine Abplattung wahr.*

Die Abplattung des Mars hat noch niemand direkt gesehen oder sonst wahrgenommen. Sie ist zu klein, um direkt an der sichtbaren Scheibe im Fernrohre gemessen werden zu können. Sie wurde nur theoretisch erschlossen aus Unregelmäßigkeiten in dem Laufe der Monde des Mars.

24. *Die merkwürdige Erscheinung (senkrechte Bahnebenen der Monde des Uranus — auf die Ekliptik) dürfte darin ihren Grund haben, daß Uranus einmal der Gravitationsstörung eines großen Weltkörpers ausgesetzt war.*

Ein zweites Lehrbuch enthält die gleiche Behauptung und fügt dann noch hinzu:

25. *Neptunmond, dessen Bahnebene eine noch weitergehende Störung erlitt, indem sie mit der Bahnebene der Planeten sogar einen stumpfen Winkel bildet . . .*

Das Wort „sogar“ läßt darauf schließen, daß dem Verfasser unbekannt ist, daß die Astronomen bei direkten Bewegungen den spitzen Winkel zwischen Bahnebene und Ekliptik, bei retrograden den stumpfen als Neigungswinkel definieren. Ist also der Neigungswinkel einer Bahnebene gegen die Ekliptik z. B. 5° , so heißt dies schon implizite, die Bewegung in der Bahnebene ist eine direkte. Ist aber dieser Neigungswinkel zu 175° angeführt, so bedeutet er einen Neigungswinkel von 5° zwischen beiden Ebenen, aber eine retrograde Bewegung in der Bahn. Und das Staunen über den riesengroßen Neigungswinkel von 175° . . . verliert sich von selbst. —

In denselben beiden (in Österreich vielfach in Verwendung stehenden) Lehrbüchern findet sich merkwürdigerweise die gleiche falsche Erklärung der Präzession und Nutation. In dem einen heißt es:

26. *Sowie durch die Wirkung der Sonne die Präzessionsbewegung der Erde zustande kommt, wird durch den Mond die Erscheinung der Nutation bewirkt.*

In dem anderen fast gleichlautend:

Die Präzession wird bewirkt allein durch die Sonne, die Nutation allein durch den Mond.

Das ist nicht richtig, sondern das richtige Verhältnis ist folgendes: Die allgemeine Präzessionserscheinung in der Rotation der Erde wird durch die vereinte Wirkung von Sonne und Mond hervorgerufen. Wie jede Störungserscheinung wird sie von den Astronomen geteilt in zwei Teile, einen säkularen, d. h. der Zeit proportional anwachsenden Teil, und einen periodischen. Der erste Teil heißt Präzession im engeren Sinne, oder noch besser die Luni-Solarpräzession, die zweite die Nutation. Der erste beträgt $50''$ im Jahre, wobei $16''$ auf die Wirkung der Sonne und $34''$ auf die des Mondes entfallen. Aber auch die Nutation hängt von beiden, Sonne und Mond, ab. Nur sind hier wegen der rascheren Bewegung des Mondknotens (Periode 19 Jahre) die Mondglieder unverhältnismäßig groß gegenüber den Sonnengliedern (Periode der Bewegung des Erdknotens mehrere 10 000 von Jahren), so daß diese nie in Rechnung gezogen werden.

27. Die Zahlenangaben über die Zeitgleichung sind, wenn sie, wie dies zumeist in den Lehrbüchern der Fall ist, für einen bestimmten Tag auf die Sekunde genau angegeben wird, zu genau und daher unrichtig, schon weil die Zeitgleichung erst nach vier Jahren einigermaßen auf denselben Sekundenwert zurückkommt. Beispiele für die Unterschiede zwischen den einzelnen

Jahren am gleichen Tage (u. zw. kleiner im Februar als im April um die Zeit des Nullwertes der Zeitgleichung – noch größer manchmal im Dezember):

1906	Februar	21:	+	13 ^m	52 ^s ·3	1906	April	15:	+	0 ^m	12 ^s ·3
1907	„	21:	+	13	54·9	1907	„	15:	+	0	17·7
1908	„	21:	+	13	55·5	1908	„	15:	+	0	6·2
1909	„	21:	+	13	51·4	1909	„	15:	+	0	9·5
1910	„	21:	+	13	52·5	1910	„	15:	+	0	13·4

III. Fehler gegen physikalische Sätze.

Hier sind besonders und vor allem zu erwähnen: ganz unrichtige Erklärung der Verschiedenheit in der Erwärmung der Erde durch die Sonne. Statt das so einfache geometrische Gesetz der Abhängigkeit dieser Erwärmung von dem Winkel, unter welchem die Sonnenstrahlen die Erdoberfläche treffen, zu erwähnen, werden stets ganz komplizierte und physikalisch gar nicht erwiesene Absorptionerscheinungen dazu herangezogen. Merkwürdigerweise findet sich diese unrichtige Darstellung fast in allen von mir durchgesehenen Lehrbüchern der Erdkunde vor, so daß es den Anschein hat, als ob sie von irgendeiner autoritativen Seite propagiert würde. Ich (OPP.) zitiere hier die Stellen aus den Büchern, ohne jeden weiteren Kommentar (vgl. auch S. 137, Anm. 1):

28. a) Die erwärmende Kraft der Sonnenstrahlen hängt hauptsächlich von der Richtung ab, in welcher sie auffallen, und zwar ist dieselbe um so größer, je näher sie der Senkrechten kommen, dagegen um so kleiner, je schiefier sie die Erde treffen. *Denn bei schrägem Einfalle verlieren die Sonnenstrahlen mehr Wärme an die Luft.* Und erst im Nachhange dazu: Auch haben sie einen größeren Raum der Erdoberfläche zu erwärmen als bei senkrechtem Einfalle. (Lehrbuch, 1902. Freiburg im Breisgau.)

b) Je näher der Einfallswinkel der Lichtstrahlen einem Rechten kommt, desto kräftiger bestrahlen sie die Erdoberfläche, *denn einen um so kürzeren Weg haben sie durch die Lufthülle zurückzulegen, und um so weniger Wärme geben sie an diese ab. . . .* Dazu kommt aber auch, daß die Strahlenbündel sich über einen um so größeren Raum der Erdoberfläche zerstreuen und dementsprechend an Wirksamkeit verlieren, je schräger sie einfallen.

(Geographie, Breslau 1902.)

c) Der Weg, den die Sonnenstrahlen innerhalb der Atmosphäre zurückzulegen haben, ist um so kürzer, je höher die Sonne steht. *Da die Sonnenstrahlen beim Durchgange durch die Luft einen Teil ihrer Wärme an die Luft abgeben, erhält die Erdoberfläche*

um so weniger Sonnenwärme, je länger die Sonnenstrahlen in der Atmosphäre verweilen müssen.

(Lehrbuch der Geographie, Wien 1906.)

d) Die Sonnenstrahlen legen bei schrägem Lauf einen längeren Weg zurück als bei senkrechter Richtung. Sie geben aber unterwegs einen Teil ihrer Wärme an die Luft ab. *Je länger daher ihr Weg durch die Luft ist, um so mehr Wärme verlieren sie, um so weniger Wärme bringen sie auf die Erde mit.*

(Lehrbuch der Erdkunde. Wien 1910.)

e) Dazu kommt noch, daß die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Luft an diese etwas Wärme abgeben, und zwar um so mehr, einen je weiteren Weg sie haben. Die steileren Lichtstrahlen nehmen den kürzesten Weg und haben einen geringeren Wärmeverlust als die schrägeren... (Schulgeographie. Wien 1906.)

f) Kürzerer Weg der Wärmestrahlen der Sonne zu Mittag, längerer Weg am Abend und Morgen. (Lehrbuch, Laibach 1911.)

Einen interessanten Beitrag zur Erklärung der Abplattung der Erde, die in den alten und schon vielfach gerügten Fehler verfällt, daß im Mittelpunkt der Erde die Schwingungsdauer eines Pendels unendlich klein, seine Geschwindigkeit daher unendlich groß sein mußte — gibt der folgende Satz:

29. Von zwei Pendeln gleicher Länge schwingt das in der Nähe des Poles schneller als am Äquator. Selbst unter Berücksichtigung der nach den Polen hin sich vermindernenden Schwerkraft ist dies nur daraus zu erklären, daß ein Ort der polaren Gegenden dem Mittelpunkt der Erde näher ist als ein Punkt des Äquators. *Die Erde muß also [!] abgeplattet sein.*

Fast den gleichen Fehler begeht ein Lehrbuch der Physik (Wien 1897), wenn es schreibt:

30. Die Erdbeschleunigung am Äquator verhält sich zu jener am Pol wie das Quadrat des Polarradius zu dem des Äquatorradius; $g_a : g_p = r_p^2 : r_a^2$.

Da, wenn die Abplattung der Erde mit α bezeichnet wird,
 $r_a = r_p (1 + \alpha)$ und $r_p^2 : r_a^2 = 1 : (1 + \alpha)^2 \sim 1 : (1 + 2\alpha)$
 ist, würde aus dieser Behauptung

$$g_p = g_a (1 + 2\alpha) = g_a \cdot 1.0066 \text{ folgen.}$$

In Wahrheit ist aber $g_p = g_a 1.0053$. (Helmert.)

31. Die Ablenkung von fliegenden Geschossen infolge der Rotation der Erde ist Null, *wenn ihre Bewegung längs eines Parallelkreises erfolgt* oder:

Die Deviation fliegender Geschosse infolge der Rotation der

Erde ist quantitativ ein Maximum bei meridionaler Bewegung und *verschwindet bei Bewegung längs eines Parallelkreises.*

Solche Sätze finden sich noch immer in physikalischen Lehrbüchern vor, trotzdem schon vielfach auf ihre Unrichtigkeit hingewiesen wurde. Alle Bewegungen auf der Erdoberfläche, in welchen Azimuten sie auch stattfinden, erfahren durch die Rotation der Erde eine Ablenkung. .

32. Die Dichte der Erde *oder* ihr spezifisches Gewicht wird u. a. *berechnet* aus der Anziehungskraft, die sie ausübt auf Körper, die sich *in verschiedenen Entfernungen vom Erdmittelpunkt* befinden.

Eine ganz irreführende Behauptung: Die Dichte der Erde wird vor allem bestimmt aus dem Verhältnisse zwischen der Anziehungskraft, welche sie und jener, welche ein anderer Körper (Bleikugel) auf einen beliebigen dritten Körper, gleichgültig in welcher Entfernung er sich von ihr befindet, ausübt. —

Um den Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Rotation der Erde — zu führen, stellt ein Lehrbuch der Physik die folgenden Behauptungen auf:

33. Wenn die erstere Drehung (d. i. die des Fixsternhimmels) stattfände, müßten die Gestirne, um bei ihrer großen Entfernung im Laufe des Tages einen Kreis zu durchlaufen, sehr bedeutende Geschwindigkeiten besitzen, die ihrem Abstände von der Erdachse proportional wären, wobei die meisten Sterne um massenlose Mittelpunkte kreisen würden, was unwahrscheinlich [!] ist, während die Drehung der Erde viel einfacher die Erklärung der beobachteten Erscheinungen liefert. „Damit alle Gestirne sich um die Erde drehen[?], müßte man der letzteren[??] eine unendlich große [!] anziehende Kraft zuschreiben, welche auf die entfernteren Körper viel intensiver als auf die näheren einwirkt, was den Erfahrungen und [!] den Gesetzen der Mechanik widerspricht.“

Hier ist fast alles weniger genau gedacht und gesagt, als es auch schon von einem Mittelschüler verlangt werden kann und muß. So müßte es bei [?] statt „sich drehen“ heißen: umlaufen; bei [??] ist die „anziehende Kraft“ einseitig der Erde zugeschrieben — entgegen NEWTONS III. *lex motus* (Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung). Aber wäre denn überhaupt eine „Anziehung“ nötig, wenn sich die Fixsternsphäre um die Erde „drehen“ sollte? — Überhaupt darf man logischerweise doch nicht in eine „Widerlegung“ des Ptolemäischen Systems Gründe aus der modernen Mechanik einmischen, schon weil diese von GALILEI-NEWTON selbst erst auf Grund des Kopernikanischen Systems hatte ausgebaut werden können.

Daß man „Beweise“ für die Kopernikanische Lehre lieber gar nicht gibt, als durch so vage „Unwahrscheinlichkeiten“, wird aus zahlreichen Stellen unseres Buches hervorgehen; vgl. z. B. S. 205, S. 211, S. 290.

Anhang IV. Zur Literatur:¹⁾

A. AUS „HIMMEL UND ERDE“.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift. Herausgegeben von der Gesellschaft Urania (Berlin) 1889 bis jetzt. — Redakteure: Jahrg. I—IX: Dr. M. WILHELM MEYER; Jahrg. Xff.: Dr. P. SCHWAHN. — Jahrg. I—XX: Berlin, H. Paetel; Jahrg. XXIff.: Leipzig und Berlin, B. G. Teubner.

I. Jahrgang 1888/89.

WILHELM FOERSTER: Über die Ziele der Popularisierung der Naturwissenschaften im Hinblick auf die Zeitschrift „Himmel und Erde“ (S. 18–30).

WILHELM MEYER: Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltgebäudes in elementarer Form.²⁾

I. Einleitung (S. 103–109).

II. Die Gestalt und Größe der Erde (S. 167–178).

III. Die Sphären (S. 216–227).

IV. Die scheinbaren Bahnen der Himmelskörper (S. 295–306).

V. Der exzentrische Kreis und die Epizykeln (S. 333–346).

VI. Das System des Kopernikus³⁾ (S. 419–427).

VII. Die heliozentrische Bewegung (S. 475–485).

VIII. Die himmlische Feldmeßkunst (S. 532–545).

IX. Die Schwerkraft und das dritte Keplersche Gesetz (S. 646–654).

X. Schluß (S. 694–701).

1) Die selbständigen größeren Abhandlungen sind im folgenden in großer (Korpus-), die kleineren Mitteilungen und die Anzeigen in kleiner (Borgis-) Schrift gesetzt. — Bei der Auswahl des für eine Didaktik der Himmelskunde mehr oder minder in Betracht Kommenden waren scharfe Grenzen natürlich nicht zu ziehen; es dürfte aber die oben getroffene Auswahl aus den vor einem Vierteljahrhundert mit schönem Eifer ins Leben getretenen und noch keineswegs veralteten Abhandlungen und Anzeigen auch heute noch einer wirklichen Popularisierung der Himmelskunde und astronomischen Geographie dienlich sein.

2) Daß W. MEYERS Lehrgang sich in allem Wesentlichen mit dem in unserer Didaktik empfohlenen deckt, wird schon aus der Abfolge der oben mit angeführten Untertitel ersichtlich. W. MEYERS mit Recht geschätzte lebhafte Darstellungskunst astronomischer Dinge wird aber auch im einzelnen dem Lehrer willkommene Vorbilder für eine wirklich „beweisende“, nicht bloß dogmatische Darstellung geben.

3) Wir schreiben im folgenden den Namen des KOPERNIKUS [diese unsere Schreibung nach SCHÜLKE] so, wie in der jeweils angeführten Abhandlung.

II. Jahrgang 1889/90.

- P. SCHWAHN: Die Ansichten der Physiker und Geologen über die innere Beschaffenheit des Erdballs (S. 399–416, 454–462).
 F. K. GINZEL: Blicke auf die Vergangenheit und Gegenwart der astronomischen Rechenkunst (S. 447–453, 501–508, 553–559).
 F. K. GINZEL: Die diesjährigen Beobachtungen zur Ermittlung der Entfernung der Erde von der Sonne (S. 139–142).
 DIESTERWEG: Populäre Himmelskunde und mathematische Geographie (bespr. von F. S. Archenhold, S. 345–346).

III. Jahrgang 1890/91.

- FELIX KOERBER: Bilder aus der Geschichte der Astronomie von Copernikus bis Newton (S. 485–494, 541–547).
 WILHELM FOERSTER: Die Begründung einer Vereinigung von Freunden der Astronomie und der kosmischen Physik (S. 428–432).
 WILHELM MEYER: Über die Genauigkeit astronomischer Zahlenangaben (S. 475–477).
 H. FRIEDEL: Mondbahnscheibe (S. 575).
 SIEGMUND GÖNTHER: Handbuch der mathematischen Geographie (bespr. von F. K. Ginzelt, S. 241).
 I. L. E. DREYER: Tycho Brahe (bespr. von Dr. F. Koerber, S. 388).

IV. Jahrgang 1891/92.

- C. F. W. PETERS: Zur Geschichte der Erdmessungen (S. 345–360).
 H. SAMTER: Siriussterne und Sonnensterne (S. 331–334).
 G. WITT: Sonnenparallaxe, Sonnendurchmesser und Venusdurchmesser (S. 372–375).
 H. SAMTER: Über die Wärme des Mondes (S. 416–419).
 W. MEYER: Die Länge des Erdentages (S. 523–528).

V. Jahrgang 1892/93.

- BRAUNMOHL: Galileo Galilei (S. 493–504, 541–552).
 H. SAMTER: Von der achten Sphäre (S. 178–184).
 F. K. GINZEL: Vergrößerung des Erdschattens bei Mondesfinsternissen (S. 387–388).
 Über „Die Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik“ (S. 197–199).
 NEWCOMB-ENGELMANNs populäre Astronomie (bespr. von Dr. F. Koerber, S. 152–154).

VI. Jahrgang 1893/94.

- P. SCHWAHN: Die Lothabweichungen und das Geoid (S. 114–136).
 TREUTLEIN: Die Aufhebung des kirchlichen Verbotes der kopernikanischen Lehre (S. 249–256).

G. WITT: Über die Messung kleiner Gestirnsdurchmesser (S. 329 bis 334).

F. KOERBER: Die Oberflächentemperatur der Fixsterne und der Sonne (S. 381–382).

G. WITT: Photographischer Mondatlas (S. 388–389).

I. L. E. DREYER: Tycho Brahe (bespr. von G. Witt, S. 148).

VII. Jahrgang 1894/95.

WILHELM MEYER: Die populär-wissenschaftliche Literatur und die Weltenschöpfer (S. 16–33).

HEINRICH SAMTER: Seelenkunde und Himmelskunde (S. 57–75).

F. K. GINZEL: Mystische Sonnenfinsternisse (S. 167–176).

A. L. COLTON: Eigentümliche Refraktionserscheinungen bei Sonnenuntergang (S. 222–227).

H. HOMANN: Wie der Zwölfzöller der Urania entstand (S. 393 bis 408, 441–457, 528–535, 571–580).

HEINRICH SAMTER: Die Milchstraße (S. 508–527, 544–570).

WEYER: Aus welchen Teilen des Weltraums die Kometen zu uns kommen (S. 270–274).

F. K. GINZEL: Das altbabylonische Maß- und Gewichtssystem (S. 287–290).

F. K. GINZEL: Neue Bestimmung der Jupitermasse (S. 427–428).

C. ROHRBACH: Sternkarten in gnomischer Projektion (bespr. von Dr. F. Koerber, S. 246).

W. F. WISLICENUS: Astronomische Chronologie (bespr. von F. K. Ginzelt, S. 389–390).

VIII. Jahrgang 1895/96.

WILHELM MEYER: Das Weltbild des Mars, wie es sich nach den Beobachtungen von 1892 und 1894 darstellt (S. 15–40).

GEORG THIELE: Die Entstehung der Sternbilder (S. 201–218).

F. K. GINZEL: Die Frage der Polschwankungen (S. 297–315).

F. K. GINZEL: Verteilung und Masse der kleinen Planeten (S. 93–95).

H. SAMTER: Aus der Welt Jupiters (S. 146–149).

SIGM. GÜNTHER: Erd- und Himmelsgloben, ihre Geschichte und Konstruktion (bespr. von F. K. Ginzelt, S. 246–247).

O. WEIDENFELD: Elementare Rechnungen aus der mathematischen Geographie für Freunde der Astronomie (bespr. von G. Witt, S. 293–294).

IX. Jahrgang 1896/97.

G. WITT: Der Planet Saturn¹⁾ (S. 18–33, 75–88, 121–131).

1) Vgl. hier (S. 77) namentlich die uns heute höchst abenteuerlich dünkenden „älteren Darstellungen Saturns aus der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts“; z. B. eine lichte Ellipse mit zwei schwarzen Löchern; eine Kugel mit zwei Henkeln u. dgl. – Vgl. auch im Jahrg. XXIII SCHWARZ, Hevelius, S. 510.

HECKER: Die Bewegungen unserer Erdrinde und ihre Messung (S. 145–157).

W. ZENKER: Der Kältepol in Werchojansk (Sibirien) und die solare Theorie (S. 158–164).

H. SAMTER: Noch eine Erklärung des Mondantlitzes (S. 34–39).

F. KOERBER: Mond- und Sternenlicht (S. 186–187).

F. KOERBER: Die scheinbare Größe der Sonne am Horizont (S. 273–275).

F. K. GINZEL: Zur Frage der Vergrößerung des Erdschattens bei Mondesfinsternissen (S. 276–280).

F. K. GINZEL: Welche Veränderungen in den Bahnen der Planeten ruft ein Stern hervor, der mit großer Geschwindigkeit in unser Sonnensystem eindringt? (S. 373–377).

F. K. GINZEL: Über den Ursprung des Sexagesimalsystems (S. 523–527).

F. KOERBER: Neueste Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde (S. 567–568).

X. Jahrgang 1897/98.

ADOLF MARCUSE: Die Kritik der Sinneswahrnehmungen bei astronomischen Messungen (S. 49–61).

S. NEWCOMB: Die Probleme der Astronomie (S. 74–79, 126–135).

A. BIEHL: Ein Kalender aus dem Jahre 1696 (S. 81–86).

BRAUNMÖHL: Geschichtliche Darstellung der hauptsächlichsten Theorien über die Entstehung des Sonnensystems (S. 289–300, 357–374).

I. SCHEINER: Die bisher stärkste Eigenbewegung eines Fixsterns (S. 237 bis 238).

F. K. GINZEL: Das System der Sterne im Großen Bären (S. 330–331).

F. K. GINZEL: Stand der Beobachtungen der Polschwankungen (S. 562 bis 565).

M. W. MEYER: Das Weltgebäude, eine gemeinverständliche Himmelskunde (bespr. von F. K. Ginzels, S. 428–430).

XI. Jahrgang 1898/99.

C. KOPPE: Die Erd- und Länder-Vermessung und ihre Verwertung (S. 1–25, 62–68, 127–133, 209–225).

LUDWIG GÖNTHER: Keplers Traum vom Mond (S. 97–108).

M. CURTZE: Nicolaus Copernicus (S. 193–208, 260–278, 315–321, 362–375, 405–422).

WILHELM FOERSTER: Die Lehre von der Bewegung der Erde im griechischen Altertum (S. 289–299).

F. KOERBER: Die Gravitation (S. 338–347).

* : Die Sonnenfinsternis des Thales (S. 279–280).

G.: Die Spandauer Versuche zur Bestimmung der mittleren Dichte der Erde (S. 377–382).

G.: Entdeckung der Sonnenfinsternis des Agathokles auf einer Inschrift (S. 475–477).

F. KOERBER: Zur Entwicklungsgeschichte der Gestirne (S. 513–515).

* : Über die Ursachen der Polschwankungen (S. 516).

F. K. GINZEL: Für die Mondtheorie wichtige historische Sonnenfinsternisse (S. 566–571).

JOSEPH PLASSMANN: Himmelskunde (bespr. von Schm., S. 278–288).

XII. Jahrgang 1899/1900.

F. K. GINZEL: Die Astronomie in Beziehung auf die Kulturentwicklung bei den Babyloniern (S. 50–61, 119–130).

G. WITT: Über Handfernrohre (S. 173–187).

PAUL CZERMAK: Frater David a Sancto Cajetano (S. 193–200).

R. POKZOWSKI: Theorie der Kometengestaltungen (S. 289–303, 371–377).

M. KOPPE: Die Mond-Phasen und das Osterfest im Jahrhundert „19“ (S. 452–467).

GALLUS WENZEL: Wandlungen der Energie im Weltall (S. 481–492).
Über „Die Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik“ (S. 43–45).

F. KBR.: Vom neunten Saturnmonde (S. 87–89).

F. KBR.: Die räumliche Verteilung der Fixsterne (S. 189–190).

F. KBR.: Der Schwerpunkt des Mondes (S. 278–280).

F. K. GINZEL: Neue Forschungen über die Astronomie der Babylonier (S. 519–523).

KURT GEISSLER: Mathematische Geographie (bespr. von A. S., S. 192).

I. POHLE: Die Sternenwelten und ihre Bewohner (bespr. von G., S. 285).

TROELS-LUND: Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten (bespr. von F. Kbr., S. 285–286).

M. P. RECKNAOEL: Kurzgefaßte populäre Sternkunde (S. 384).

XIII. Jahrgang 1900/01.

WILHELM FOERSTER: Himmelskunde und Weissagung (S. 97–105, 164–173, 202–216).

B. MESSOW: Der Zusammenhang zwischen Astronomie und Ethnologie in den kosmogonischen Vorstellungen primitiver Völker (S. 320–331).

* : Das Klima in den Polargegenden der Erde (S. 89–91).

F. KBR.: Die mittlere Geschwindigkeit und Entfernung der Sterne (S. 138–139).

A. S.: Über die im letzten Jahrzehnt gemachten Fortschritte der spektralanalytischen Bestimmung von Sternbewegungen (S. 186–189).

HERMANN KLEIN: Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung nach dem Standpunkte der astronomischen Wissenschaft am Schlusse des XIX. Jahrhunderts (bespr. von K. G., S. 478–479).

KLEIN: Katechismus der Astronomie (bespr. von K. G., S. 479–480).

XIV. Jahrgang 1901/02.

GUSTAV WITT: Die kleinen Planeten (S. 1–18, 71–80, 112–121, 170–177, 201–213, 461–474).

B. WEINSTEIN: Die Erde als Elektromagnet (S. 145–169).

* : Entstehung d. Kometen, Meteoritenschwärme u. Nebel (S. 89–91).

* : Verwendbarkeit des Stereoskops in der Astronomie (S. 91–92).

R.: Die größte Eigenbewegung unter den Sternen des nördlichen Himmels (S. 282).

XV. Jahrgang 1902/03.

LUDWIG GONTHER: Johannes Hevelius (S. 529–542).

JOHANNES RIEM: Kometensysteme (S. 548–552).

R.: Die photographische Himmelskarte (S. 139).

R.: Der Apex (S. 230).

R.: Der seit Jahrzehnten aus theoretischen Gründen innerhalb der Merkurbahn vermutete Planet (S. 282–283).

R.: Betrachtungen über das Weltall (S. 374–375).

R.: Über Planetenatmosphären (S. 470–473).

R.: Die Gebilde des Mondes (S. 560–561).

XVI. Jahrgang 1903/04.

C. KOPPE: Die Einheitlichkeit der Längenmaße und Längenmessungen (S. 193–211).

WILHELM FOERSTER: Zur Entwicklungsgeschichte der Lehre von der Erdbewegung (S. 351–364).

Strahlenbrechung im interplanetaren Raume (S. 567–568).

XVII. Jahrgang 1904/05.

F. RISTENPART: Der Aufbau des Weltgebäudes (S. 15–29).

F. RISTENPART: Gibt es einen Punkt der Ruhe im Weltall? (S. 130 bis 138).

BOETHKE: Copernikus und das Siebengestirn (S. 168–180).

M. I. SAND: Tycho Brahe und seine Sternwarten auf Hven (S. 529–541).

: Ein neuer Mond des Jupiter (S. 236–237).

: Ein siebenter Satellit des Jupiter (S. 328–329).

R.: Der Saturnschatten und das System der Saturnringe (S. 375–376).

XVIII. Jahrgang 1905/06.

L. PREUSS: Aus der Stein- und Eis-Region des Nordens (S. 159–179).

WILHELM FOERSTER: Zuverlässige Zeitangaben und ihr sozialer Wert (S. 289–305).

LUDWIG GONTHER: Keplers Traum vom Mond (S. 482–492).

G. BOLWIN: Über Mondabstände und Längenbestimmung zur See (S. 558–568).

Ein zehnter Mond des Saturn (S. 135).

R.: Eine Durchmusterung des Himmels nach Sternen mit großen Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie (S. 569–571).

ADOLF MARCUSE: Handbuch der geographischen Ortsbestimmung (bespr. von K. G., S. 239–240).

NEWCOMB-ENGELMANN'S populäre Astronomie, 3. Aufl. Herausgegeben von Dr. H. C. VOGEL (bespr. von K. G., S. 333–334).

OTTO ULE: Die Wunder der Sternenwelt, 4. Aufl. (bespr. von K. G., S. 430).

XIX. Jahrgang 1906/07.

WILHELM FOERSTER: Betrachtungen über Bewegungsgeschwindigkeiten (S. 97–100).

PHIL. FAUTH: Betrachtungen über die Mondregion Copernicus (S. 455–464, 509–518, 554–562).

F. RISTENPART: Die Sonnenparallaxe (S. 481–484).

So.: Die Wahrscheinlichkeit einer allmählichen Klimaänderung (S. 93–94).

R.: Die Trabanten des Saturn (S. 176–177).

FELIX LINKE: Über das Sternschwanken (S. 272–274).

R.: Von der Scheibe des dritten Jupitermondes (S. 274–275).

R.: Die Jagd nach kleinen Planeten (S. 424–425).

R.: Ein zweiter Asteroid unweit der Jupiterbahn (S. 519–520).

J. FRANZ: Der Mond (Aus „Natur und Geisteswelt“, bespr. von F. R., S. 239–240).

J. NASMYTH und J. CARPENTER: Der Mond als Planet, Welt und Trabant, 2. Aufl. (bespr. von Ristenpart, S. 286–287).

XX. Jahrgang 1907/08.

LUDWIG GONTHER: Die Bestimmungen der Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und deren Parallaxen einst und jetzt (S. 69–80, 118–128).

OTTO MEISSNER: Betrachtungen über die Schiefe der Ekliptik (S. 554–559).

R.: Der sechste Jupitermond (S. 35–37).

R.: Die drei jupiternahen Planetoiden (S. 89).

SCHNEIDER: Das Werden der Welten. Ein neues Werk von SVANTE ARRHENIUS (S. 471–473).

W. FOERSTER: Von der Erdatmosphäre zum Himmelsraume (bespr. von R., S. 48).

XXI. Jahrgang 1908/09.

K. GRAFF: Der Halleysche Komet (S. 13–24, 75–90).

BASTIAN SCHMID: Zur Umgestaltung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtes an den höheren Lehranstalten (S. 277–285).

K. SCHWARZSCHILD: Über das System der Fixsterne (S. 433–451).

K. G.: Sternschnuppen und Feuerkugeln (S. 128–130).

Der Doppelkompaß (S. 130–131).

R. R.: Adam Riese (S. 518–521).

SVANTE ARRHENIUS: Die Vorstellung vom Weltgebäude im Wandel der Zeiten. Das Werden der Welten. Neue Folge (bespr. von J. Scheiner, S. 44–45).

SIMON NEWCOMBS Astronomie für Jedermann (bespr. v. Schwahn, S. 46–47).

M. MÜLLER, Exakte Beweise für die Erdrotation in elementarer Darstellung (bespr. von Schwahn, S. 95).

TROELS-LUND, Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten, 3. Aufl. (bespr. von Naumann, S. 525).

XXII. Jahrgang 1909/10.

OTTO MEISSNER: Über die Sichtbarkeit von Oberflächendetails auf den uns nächsten Himmelskörpern (S. 82–90).

FRIEDRICH MÖLLER: Johann Keplers Schwabenstreiche (S. 117–129).

OTTO NORDENSKJÖLD: Ist der Nordpol erreicht? (S. 145–151).

L. HAPKE: Karoline Herschel und ihr Kometensucher (S. 156–164).

RICHARD HENNIG: „Zeichen an Sonne und Mond“ (S. 433–438).

WILHELM FOERSTER: Kalenderreform (S. 502–507).

H. H. KRITZINGER: Über eine von Goethe im Jahre 1828 beobachtete Planetenkonstellation (S. 186–188).

XXIII. Jahrgang 1910/11.

A. KRAUSE: Die Erscheinung des Halleyschen Kometen 1909–1910 (S. 49–62).

JULIUS FRANZ: Die Natur der Kometen (S. 433–443).

F. SCHWARZ¹⁾: Johannes Hevelius, der Astronom 1611–1687 (S. 507–517).

DN.: Die Zeitsignalgebung vom Eifelturm (S. 92).

ALBERT KELLNER: Seltsame Uhren (S. 92–95).

1) Vgl. o. Jahrg. IX „Der Planet Saturn“.

- E. PRINGSHEIM:** Vorlesungen über die Physik der Sonne (bespr. von Scheiner, S. 46–47).
Erklärungsblatt zu W. G. Lohrmanns Übersichtskarte des Mondes. Zusammengestellt von Rud. Lehnert (bespr. von Anding S. 95–96).
HANS KEPERSTEIN: Große Physiker. Bilder aus der Geschichte der Astronomie und Physik (bespr. von G. Noodt, S. 477).
WILHELM FOERSTER: Über Zeitmessung und Zeitregelung (Aus „Wissenschaft und Können“, bespr. von Dn., S. 526).
SVANTE ARRHENIUS: Das Werden der Welten. Alte und neue Folge (bespr. von Scheiner, S. 528).

XXIV. Jahrgang 1911/12.

- H. H. KRITZINGER:** Beiträge zur Physik des Planeten Jupiter (S. 193–207). [457–470].
P. SCHWAHN: Über Mond- und Sonnenfinsternisse (S. 385–394).
H. DIERCKS: Über die Helligkeit des Himmels in der Nähe der Sonne (S. 415–417).
Aus der Geogr. Zeitschr. XVII. Jahrg., Heft 9: Die Anziehung der Erde und des Mondes (S. 226).
SVANTE ARRHENIUS: Das Schicksal der Planeten (bespr. v. Iklé, S. 238–239).
HERMANN KLEIN: Allgemeinverständliche Astronomie (Bespr., S. 288).
HERMANN KLEIN: Mathematische Geographie. 3. Aufl. (Bespr., S. 576).

B. AUS DER „ZEITSCHRIFT FÜR DEN PHYSIKALISCHEN UND CHEMISCHEN UNTERRICHT“.

Unter besonderer Mitwirkung von Dr. E. MACH und Dr. B. SCHWALBE (Jahrg. 1–14), seit 1902 bis jetzt (Jahrg. 15–25) von A. HÖFLER, O. OHMANN und H. HAHN herausgegeben von Dr. F. POSKE. — Springer, Berlin.

I. Jahrgang 1887/88.

- M. KOPPE:** Der Foucaultsche Pendelversuch (S. 14–22).
M. KOPPE: Das Foucaultsche Pendel (S. 70–71).
O. REICHEL: Ein Pendelversuch (S. 165).
DEMICHEL: Veranschaulichung der Erdabplattung (S. 119).
H. VOLT: Die elementare Herleitung des Newton'schen Anziehungsgesetzes aus den Kepler'schen Gesetzen (S. 129. — M. K.).
W. C. L. v. SCHAÏK: Die Pendeluhr Galileis (S. 174–175).
V. L. ROSENBERG: Eine Modifikation des Foucault'schen Pendels (S. 265).
E. MAISS: Zur Lehre von der Zentralbewegung und den dabei auftretenden Kräften (S. 271–272. — P.).
Aufgaben: S. 211, Nr. 8 (D¹), Nr. 9 (D). — S. 259, Nr. 3.

1) Mit D sind die „Denkaufgaben“ (diese meistens besonders anregend und lehrreich) bezeichnet.

II. Jahrgang 1888/89.

ENGELBERT RONTGEN: Apparat zur Veranschaulichung der scheinbaren täglichen Bewegung der Sonne um die Erde (S. 60–62).

HANS JANUSCHKE: Über die Verwendung des Energieprinzips (S. 65–74).

ALOIS HÖFLER: Zwei Lehrmittel zur Einführung in die astronomische Geographie (S. 165–170).

K. SCHELLBACH: Die Wirkung der Schwungkraft auf der Erdkugel (S. 177–178).

ALOIS HÖFLER: Zur vergleichenden Analyse der Ableitungen für Begriff und Größe der zentripetalen Beschleunigung (S. 277–290).

HANS JANUSCHKE: Elementare Berechnung der Fluthöhe (S. 292–294).

J. PLASSMANN: Der Unterricht in der Himmelskunde (S. 198–199. — P.). Die Erklärung von Ebbe und Flut in der Schule (S. 199–200).

Aufgaben: S. 34 Nr. 5 (D), Nr. 8 (D).

S. 130 Nr. 7 (D), Nr. 8 (D), Nr. 10 (D).

S. 288 Nr. 4 (D), Nr. 8 (D).

A. M. CLERKE — H. MASER: Geschichte der Astronomie (S. 147. — P.).

TH. EPSTEIN: Geonomie (mathem. Geographie) (S. 203–205. — A. Höfler).

III. Jahrgang 1889/90.

R. SCHELLBACH: Über die Anziehung einer homogenen Kugelfläche auf einen äußeren Punkt nach dem Newton'schen Gesetze (S. 74–76).

C. V. BOYS: Cavendish's Versuch über Massenanziehung als Vorlesungs-Experiment (S. 37. — *Nature* 40, 1889).

A. HÖFLER: Die Astronomie im Lehrplan der Gymnasien (S. 45–46. — P.).

CORNU: Künstliche Erzeugung von Sonnen- und Mondringen (S. 142).

Aufgaben: S. 28 Nr. 5 (D).

S. 191 Nr. 24 (D), Nr. 25 (D), Nr. 26 (D).

S. 244 Nr. 32, Nr. 33.

S. 291 Nr. 39.

DIESTERWEGS: Populäre Himmelskunde und mathematische Geographie (S. 257–258. — A. Höfler).

HOFFMANN-PLASSMANN: Mathematische Geographie (S. 305–306. — Wronsky).

IV. Jahrgang 1890/91.

M. KOPPE: Über die Bewegung des Kreisels (S. 70–83).

J. WANKA: Abschätzung der Planetenbahnradien (S. 304–305).

IBN AL HAITHAM-WIEDEMANN: Das Licht der Sterne (S. 41).

F. KÖHNEMANN: Die mathematische Geographie auf dem Gymnasium (S. 148–149. — P.).

E. WIEDEMANN und H. EBERT: Eine Signaluhr (Physikal. Praktikum, von E. Wiedemann und H. Ebert) (S. 197).

Aufgaben: S. 34 Nr. 9 (D), Nr. 10 (D).

JOSEPH KLAU: Über die Behandlung der Himmelskunde am Gymnasium (S. 50. — R. Wronsky).

V. Jahrgang 1891/92.

ALOIS HOFLER: Ein Gnomon mit Äquatorialsonnenuhr (S. 1–5).

ALOIS HOFLER: Zur Ableitung des Newtonschen Gesetzes aus den Keplerschen Gesetzen (S. 70–73).

ALOIS HOFLER: Über die Ableitungen für die Anziehung von Kugeln auf innere und äußere Punkte (S. 123–129).

P. SALCHER: Wie lassen sich die Bewegungen der Himmelskörper demonstrieren (S. 129–131).

K. HAAS: Ein Präzessions-Globus (S. 237–238).

A. SCHOLKE: Die Bewegung der Doppelsterne (S. 293–294).

A. SCHOLKE: Die Bedeutung des Potentials bei der Planetenbewegung (S. 295–296).

H. SCHWENDENWEIN: Zeitmessung (S. 84).

W. FOERSTER: Der Universitätsunterricht und die Astronomie (S. 213 bis 214. — P.).

M. TH. EDELMANN: Foucaultsches Pendel und Apparat zur Objektivprojektion des Foucaultschen Pendelversuches (S. 327).

LUDWIG BUTH: Der Horizont (S. 327).

Aufgaben: S. 28 Nr. 6 (D).

S. 136 Nr. 24 (D), Nr. 25 (D), Nr. 26 (D),

S. 196 Nr. 36.

EUGEN REIMANN: Weitere Beiträge zur Bestimmung der Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes (S. 51–52. — H. Hahn-Machenheimer).

EMIL STRAUSS: Aus Galileis Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme (S. 164–165. — P.).

VI. Jahrgang 1892/93.

HERMANN HAMMERL: Modell zur Erklärung der Haupterscheinung am Gyroskop (S. 68–69).

FRANZ ADAMI: Ein Projektionsglobus (S. 69–74).

M. KOPPE: Der Einfluß der Reibung auf die Kreiselbewegung (S. 132–133).

M. KOPPE: Bemerkungen zu der astronomischen Tafel¹⁾ für 1893 (S. 109–112).

1) Die von da ab jährlich folgenden „Bemerkungen zu der astronomischen Tafel“ sind hier im weiteren nicht jedesmal eigens angeführt.

A. SCHÜLKE: Eine Herleitung des Newtonschen Gesetzes für Gymnasien (S. 149—152. — M. Koppe).

J. PLASSMANN: Umrechnung der Zeitangaben auf mitteleuropäische Zeit
Aufgaben: S. 139 Nr. 13, 14, 15. [(S. 271).

S. 192 Nr. 16 (D).

S. 297 Nr. 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39.

S. 298 Nr. 40, 41, 42.

WILHELM JANSEN: Die Kreiselbewegung (bespr. von M. Koppe, S. 46—47).

KARL VÖLKER: Die Zentralbewegung (S. 106—107. — H. Hahn-Machenh.).

HUGO SALOMON: Die Grundlehren der mathem. Geographie (S. 158. — P.).

EMIL STRAUSS: Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische, von Galileo Galilei (S. 207. — P.).

Programm: Über „Induktive Heimatkunde als Grundlage des geographischen Unterrichts“. Mit Berücksichtigung der preußischen Lehrpläne von 1892 erläutert am Beispiele Oppeln (S. 212. — P.).

VII. Jahrgang 1893/94.

RUOSS: Zur Demonstration der Gesetze über das materielle Pendel (S. 26—27).

WALTER KONIG: Ausführung des Machschen Pendelversuches mit Hilfe zweier Metronome (S. 84—85).

M. KOPPE: Zur Behandlung der Kreiselbewegung (S. 186—189).

Versammlungsbericht des Vereines zur Förderung des Unterrichtes in der Mathematik und den Naturwissenschaften (S. 47—55). [Hier die oben, S. 312—320, wiedergegebenen Ausführungen von KOPPE.]

Aufgaben: S. 21 Nr. 1. — S. 130 Nr. 15. — S. 185 Nr. 20, 21.

VIII. Jahrgang 1894/95.

E. ADOLPH: Eine anschauliche Form des Foucaultschen Pendelversuches (S. 312—313).

H. J. OOSTING: Machs Pendelversuch (S. 314).

MINCHIN: Elektrische Messung des Sternenlichtes (S. 321. — H. R.).

Aufgaben: S. 213 Nr. 8.

G. SCHILLING: Die Astronomie und mathematische Geographie an Real-schulen (S. 330—331. — P.).

KARL HAAS: Über einige Apparate zur Demonstration der Präzession und ihrer Folgen (S. 383—385. — M. Koppe).

IX. Jahrgang 1896.

H. PÖNING: Herleitung des 1. und 3. Keplerschen Gesetzes aus dem Newtonschen Gravitationsgesetze (S. 26—28).

JOSEPH DUCRUE: Kopernikanischer Himmelsglobus mit verstellbarem Rotationshorizonte (S. 125–127).

M. KOPPE: Zur Kreiselbewegung (S. 127–131).

KURT GEISSLER: Demonstrationsapparat für Lichtschwingungen und Präzession der Äquinoktien (S. 221–223).

EMIL WOHLWILL: Ein Beitrag zur Galileiforschung (S. 36–37. — P.).

ERNST GOLDBECK: Keplers Lehre von der Gravitation (S. 195–196. — P.).
Aufgaben: S. 30 Nr. 9. — S. 283 Nr. 11.

X. Jahrgang 1897.

L. PILGRIM: Der Satz von der Unveränderlichkeit der Flächengeschwindigkeit bei einer Centralbewegung (S. 84–87).

M. KOPPE: Zur Methodik der astronomischen Geographie (S. 131 bis 140).

ERNST GOLDBECK: Die Gravitationshypothese bei Galilei und Borelli (S. 310–312. — P.).

J. DUCRUE, A. HÖPLER: Zur Pflege der Astronomie an den Gymnasien (S. 312–313. — P.).

XI. Jahrgang 1898.

H. OPPLER: Eine elementare Ableitung des Newtonschen Anziehungsgesetzes aus dem ersten Keplerschen Gesetz (S. 175–176).

BRAUNMÜHL: Theorien über die Entstehung des Sonnensystems (S. 186 bis 188. — H. H.-M.).

XII. Jahrgang 1899.

J. JUNG: Zeitberechnung für den Fall eines Planeten zur Sonne (S. 348).

THEODOR HABLER: Über zwei Stellen in Platos Timäus und im Hauptwerk des Copernicus (S. 39–40. — P.).

VAHLEN: Das Foucaultsche Pendel (S. 110–111. — M. K.).

EDUARD WAWRZIK: Über die Methoden zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde (S. 118. — P.).

ADOLF SCHMIDT: Der magnetische Zustand der Erde (S. 181. — G. Schwalbe).

JOSEPH PLASSMANN: Himmelskunde (S. 309–310. — Dr. Koerber).

KURT GEISSLER: Mathematische Geographie (Sammlung Göschen) (S. 311. — F. Kbr.).

XIII. Jahrgang 1900.

ALOIS HÖPLER: Zur Behandlung der Sinusschwingungen und Pendelbewegungen im Unterricht (S. 65–73).

F. KOERBER: Die Ableitung der Formel für das Foucaultsche Pendel (S. 73–76).

- ALOIS HÖFLER: Zur Nachahmung der Planetenbewegungen durch Magnete und durch Kreiskegelschwingungen (S. 138–141).
A. SCHMIDT: Zur Theorie des Foucaultschen Pendels (S. 206–210).
KOPPE, REHDANS: Das Foucaultsche Pendel (S. 111–112. — A. Schmidt).
H. STAIQMÜLLER: Die Astronomie der Griechen (S. 176–178. — P.).
SCHUBERT: Eine Ableitung der Pendelformel (S. 178–180. — A. S.).
K. LASSWITZ: Newtons Ansicht von der Fernwirkung (S. 347–348. — P.).
R. H. BLOCHMANN: Die Sternkunde (S. 49. — F. Kbr).

XIV. Jahrgang 1901.

- R. KOTTENBACH: Das Potential einer homogenen Kugelschale auf einem beliebigen Punkt im Raume (S. 214–216).
ALPHONSE BERGET: Foucaults Pendelversuch (S. 35. — Schk.).
F. K. GINZEL: Zur Geschichte der Astronomie der Griechen (S. 102 bis 103. — P.).
A. MAURER, W. FOERSTER: Naturwissenschaftliche Bildung und astronomische Pädagogik (S. 183–185. — P.).
MAX KOHL: Transportabler Apparat für Cavendishs Versuch über Massenanziehung (S. 381–382).
HERMANN J. KLEIN: Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung, 3. Aufl. (S. 314–315. — Koerber).
HANS ZÜRN: Das Pendel und seine Verwendung (S. 316. — P.).
E. REIMANN: Die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont (S. 316–317. — W. Grosse).

XV. Jahrgang 1902.

- W. BIEGON VON CZUDNOCHOWSKI: Über den Ersatz des Foucaultschen Pendels durch eine gyrostatistische Vorrichtung (S. 140–141).
K. FUCHS: Ein Apparat zur Demonstration des Flächenprinzips (S. 218).
FRIEDRICH EDLER: Aneignung astronomischer Begriffe auf der Schule (S. 45–47. — A. H.).
SCHAPER: Die Ankerhemmung unserer Taschenuhren (S. 55. — P.).
AUREL KIEBEL: Ein Jahr astronomischen Unterrichts im Freien (S. 312. — P.).
OTTO BEAU: Die Berechnung der Sonnen- und Mondfinsternisse (S. 381. — P.).
HERMANN SERVUS: Die Störungen der Atmosphäre und des Erdinnern durch Sonne und Mond (S. 382. — P.).

XVI. Jahrgang 1903.

- HEINRICH SCHNELL: Der Foucaultsche Pendelversuch (S. 144–145).
BERTOLD KONIG: Elementare Darstellung der Berechnung des wahren Sonnendurchmessers (S. 219–221).

- R. W. WOOD: Künstliche Darstellung einer totalen Sonnenfinsternis (S. 35–36. — H.-M.).
- ERNST GOLDBECK: Das Problem des Weltstoffs bei Galilei (S. 45–46. — P.).
- J. ADAMCZIK: Die Zeichen der Ekliptik und die Präzession (S. 176–177. — P.). [Vgl. o. S. 171, Anm.]
- WILHELM FOERSTER: Ptolemäus und Keppler (S. 233–235. — P.).
- H. V. GILL: Experimentelle Erläuterung der Präzession und Nutation (S. 289–290, Nature Nr. 1747, April 23, 1903).
- O. DZIOBEK, F. K. GINZEL, KUGLER: Die Astronomie der Babylonier (S. 361. — P.).
- FRANZ FERDINAND SCHÖNBERGER: Aufgaben über die Grundlehren der Astronomie (S. 58. — P.).
- KARL GRASSMANN: Anwendung der sphärischen Trigonometrie und der Koordinatengeometrie für den Unterricht in der mathematischen Geographie an höheren Lehranstalten, besonders an Gymnasien (S. 59. — P.).
- HIBER: Gravitation als Folge einer Umwandlung der Bewegungsform des Äthers (S. 371. — Paul Gerber).
- S. OPPENHEIM: Kritik des Newtonschen Gravitationsgesetzes (S. 375. — Paul Gerber).
- SCHMIDT: Beiträge zur mathematischen Geographie I (S. 375. — P. Gerber).
- BALDUIN SCHÖNE: Airys elementare Theorie der Planeten- und Mondstörungen (II. Teil) (S. 375–376, Paul Gerber).
- H. C. E. MARTUS: Astronomische Erdkunde, 2. Aufl. (S. 56. — P.).

XVII. Jahrgang 1904.

- L. WEINHOLD: Zur Technik des Foucaultschen Pendelversuches (S. 198–201).
- F. S. ARCHENHOLD: Ein Apparat zur Erklärung von Ebbe und Flut (S. 97 bis 99).
- B. BRUHNS: Die Weltanschauungen des Copernikus und des Giordano Bruno (S. 171–172. — P.).
- W. SCHMIDT: Demonstration der Drehung der Horizonte verschiedener Breiten infolge der Drehung der Erde (S. 355. — P.).
- EUGEN REIMANN: Die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont (S. 124–125. — E. Tonn).
- OTTO BEAU: Die Berechnung der Sonnen- und Mondesfinsternisse, IV. Teil (S. 253. — P.).
- HERMANN FRANK: Übungen und Aufgaben zur mathematischen Erd- und Himmelskunde (S. 253. — P.).
- AUREL KIEBEL: Astronomischer Unterricht im Freien (S. 379. — P.).
- E. WEIGHARDT: Mathematische Geographie, 2. Aufl. (S. 181. — P. Gerber).
- O. BEHRENDSEN, E. BOSE, E. RIEKE, J. STARK und K. SCHWARZSCHILD: Bei-

träge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen (S. 370. — P.).

SCHÖDLERS Buch der Natur, 23. Aufl., III. Teil: Astronomie und Physik. 1. Abteilung: Astronomie. Von B. SCHWALBE, beendet und herausgegeben von H. BÖTGER (S. 371. — P.).

XVIII. Jahrgang 1905.

S. OPPENHEIM: Über das Verhältnis des Kopernikanischen Welt-systems zu dem Ptolemäischen (S. 12–15).

WILHELM BAHRDT: Ein neues Chronoskop zum Messen kleiner Zeiten und seine Verwendung (S. 129–140).

O. OHMANN: Das Verhalten der Sonnenbildchen bei einer Sonnenfinsternis (S. 340–344).

ROBERT MAYR: Die scheinbare Vergrößerung von Sonne, Mond und Sternbildern am Horizont (S. 169. — E. T.).

E. GERLAND: Die Erfindung der Pendeluhr (S. 171–172. — P.).

P. SPIES: Elektromagnetische Vorrichtung für den Foucaultschen Pendelversuch (S. 227–228).

K. ROSENBERG: Ein Zeitmesser für den physikalischen Unterricht (S. 292–294. — P.).

Aufgaben: S. 215 Nr. 3 (D), Nr. 5 (D).

SCHMIDT: Beiträge zur mathematischen Geographie, II. Die Zeitgleichung (S. 61. — Paul Gerber).

A. HOFFMANN: Mathematische Geographie. 5. Aufl. bearb. v. J. Plaßmann (S. 58. — Paul Gerber).

RUSCH-WOLLENSACK: Beobachtungen, Fragen und Aufgaben aus dem Gebiete der elementaren astronomischen Geographie, 3. Aufl. (S. 184. — Paul Gerber).

KURT GEISSLER: Anschauliche Grundlagen der mathematischen Erdkunde (S. 185. — Paul Gerber).

G. BALDAUF: Keplers Neue Astronomie im Auszuge und in Übersetzung der wichtigsten Abschnitte I (S. 369. — P.).

XIX. Jahrgang 1906.

WILHELM VOLKMANN: Zwei Versuche zur Erläuterung astronomischer Bewegungen (S. 283–285).

W. BIEGON VON CZUDNOCHOWSKI: Zur Technik des Plateauschen Versuches (S. 103–104).

E. WIEDEMANN: Zur Naturwissenschaft der Araber (S. 42–43. — P.).

M. SCHNEIDEWIN: Zum Unterricht in der Himmelskunde (S. 43–45. — P.).

EMIL WOHLWILL: Ein Vorgänger Galileis im 6. Jahrhundert (S. 184–186. — Ernst Goldbeck).

HUGO FRITSCH: Die Newtonschen Zentralkräfte, abgeleitet aus Bewegungen undurchdringlicher Massen (S. 133. — P.).

HUGO MICHNIK: Aufgaben aus der mathematischen Erd- und Himmelskunde (S. 133. — P.).

HERMANN KOBOLD: Der Bau des Fixsternhimmels (S. 190. — P.).

OTTO HARTMANN: Astronomische Erdkunde (S. 191. — P.).

XX. Jahrgang 1907.

J. NEUBERGER: Zur Darstellung von Planetenbahnen (S. 318–320).

FRIEDRICH FRICKE: Ein Caelo-Tellurium (S. 381–382).

G. BLUM: Der Foucaultsche Pendelversuch (S. 324–325. — Schk.).

J. PLASSMANN: Beobachtungen veränderlicher Sterne, 8. Teil (S. 132. — P.).

SAUERBORN: Die Anwendung der Photographie in der Astronomie (S. 132. — P.).

E. GNAU: Astronomie in der Schule. I. Teil (S. 340. — P.).

MAX WOLF: Stereoskopbilder vom Sternhimmel. 1. Serie (S. 202. — P.).

L. AMBRONN: Sternverzeichnis, enthaltend alle Sterne bis zur 6⁵ten Größe für das Jahr 1900.

XXI. Jahrgang 1908.

MAX SEDDIG: Versuche über gegenseitige Anziehung und Abstoßung fester Teilchen in bewegten Medien. Elementare Theorie nach F. RICHARZ (S. 90–95).

HARRISON H. BROWN: Ein neuer Schul-Chronograph und die Bestimmung von „g“ (S. 322–325).

KARL FUCHS: Das Kalenderrad. Ein Hilfsmittel für astronomische Belehrung (S. 176–177).

KBR.: Sammelbericht „Aus der Himmelskunde“ (S. 128–129).

BERNHARD HOFFMANN: Zur Gestaltung des Unterrichts in der mathematischen Himmelskunde (S. 67–68. — P.).

GEORG BALDAUF: Keplers Neue Astronomie im Auszuge und in Übersetzung der wichtigsten Abschnitte. II. (S. 422–423. — P.).

KARL NEISSER: Ptolemäus oder Kopernikus? (S. 61. — A. Höfler). [Vgl. oben S. 292, Anm.]

GUSTAV HOLZMÜLLER: Elementare kosmische Betrachtungen über das Sonnensystem und Widerlegung der von Kant und Laplace aufgestellten Hypothesen über dessen Entwicklungsgeschichte (S. 61–64. — A. Höfler).

SVANTE ARRHENIUS: Die Vorstellung vom Weltgebäude im Wandel der Zeiten (S. 343. — P.).

XXII. Jahrgang 1909.

KBR.: Sammelbericht „Aus der Himmelskunde“ (S. 114–116).

- TH. ARLDT: Zur Darstellung der recht- und der rückläufigen Bewegung der Planeten (S. 321–322. — P.).
- LUDWIG GÜNTHER: Die Mechanik des Weltalls. Eine volkstümliche Darstellung der Lebensarbeit Johannes Keplers, besonders seiner Gesetze und Probleme (S. 266. — P.).
- J. B. MESSERSCHMIDT: Die Schwerebestimmung an der Erdoberfläche (S. 392. — P.).
- OTTO HARTMANN: Astronomische Erdkunde. 2. Aufl. (S. 393. — P.).
- J. SCHEINER: Der Bau des Weltalls. 3. Aufl. (S. 393. — P.).
- BRUNO PETER: Die Planeten (S. 393. — P.).

XXIII. Jahrgang 1910.

- H. TEEGE: Einfache Herleitung des Newtonschen Gravitationsgesetzes aus den Keplerschen Gesetzen und umgekehrt nur auf Grund des Energieprinzips (S. 207–213).
- EMIL SCHULZE: Versuche zur Zentralbewegung (S. 275–278).
- FOCHTJOHANN: Ein neuer Apparat zur Demonstration der Erscheinungen der Ebbe und Flut (S. 33–34).
- J. SCHACHT: Über Olaf Römers Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit (S. 35–36).
- M. SALZER: Zwei astronomische Schülerübungen (S. 167).
- KARL FUCHS: Der Gnomon (S. 174).
- E. WOHLWILL: Galilei und die Erfindung des Fernrohrs (S. 299–300. — P.).
- H. FRITSCH: Die gegenseitige Massenanziehung bei Newton und bei seinen Nachfolgern (S. 60–61. — P.).
- F. S. ARCHENHOLD: Kometen, Weltuntergangsprophezeiungen und der Halleysche Komet (S. 194. — P.).
- EMIL WOHLWILL: Galilei und sein Kampf für die kopernikanische Lehre. I. Bd. (S. 310–311. — P.).

XXIV. Jahrgang 1911.

- EMIL SCHULZE: Die durch ein Gewicht hervorgerufene Zentralbewegung (S. 151–154).
- FRIEDRICH C. G. MÖLLER: Zur Ableitung der Zentrifugalformel (S. 209–211).
- FRIEDRICH C. G. MÖLLER: Die Bestätigung der Zentrifugalformel aus der Brennweite des Rotationshohlspiegels (S. 211–213).
- GROSSE: Schattenkurven für das mittlere Deutschland (S. 267–268). [Vgl. oben S. 143.]
- H. TEEGE: Zur Herleitung des Gravitationsgesetzes aus den Keplerschen Gesetzen und umgekehrt nur auf Grund des Energieprinzips (S. 284–287).

- P. KIRCHBERGER: Zur Herleitung des Gravitationsgesetzes aus den Keplerschen Gesetzen und umgekehrt auf Grund des Energieprinzips (S. 23–24).
- E. WEBER: Die Stellung der Mondsichel als Mittel zur Bestimmung der geographischen Breite (S. 25–26).
- WILHELM VOLKMANN: Ein lehrreicher Pendelversuch (S. 157–158).
- M. KOPPE: Die Stellung der Mondsichel (S. 160–162).
- J. KLUG über die Edizione Nazionale der Werke Galileis (S. 43–45).
- SVANTE ARRHENIUS: Die Atmosphären der Planeten (S. 174–175. — J. Klug).
- F. S. ARCHENHOLD: Johannes Hevelius (S. 248–250. — P.).
- E. GOLDBECK: Die geozentrische Lehre des Aristoteles und ihre Auflösung (S. 304–306. — P.).
- FRANZ RUSCH: Die Himmelskunde in der Schule (S. 306–308. — P.).
- J. POHLE: Die Sternwelten und ihre Bewohner (S. 380. — P.).

XXV. Jahrgang 1912.

- V. DVOŘÁK: Bemerkungen zur Entdeckung der Fallgesetze und über das verkehrte Pendel (S. 7–11).
- R. HOECKEN: Zur Orientierung photographischer Aufnahmen einer Sonnenfinsternis (S. 278–283).
- HERWIG: Ein einfacher Apparat zur Demonstration der Präzession (S. 169).
- H. KNOLL: Ein Jahreszeitenapparat zur Selbstanfertigung (S. 363–364).
- GEORG BALDAUF: Keplers Neue Astronomie im Auszuge und in Übersetzung der wichtigsten Abschnitte. III. (S. 68. — P.).
- F. KBR.: Sammelbericht „Aus der Himmelskunde“ (S. 107–110).
- ERNST GOLDBECK: Das Weltbild in Platons Phaidon (S. 242–243. — P.).
- Sir GEORGE HOWARD DARWIN: Ebbe und Flut sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. 2. Aufl. (S. 259. — P.).
- FRANZ RUSCH: Himmelsbeobachtungen mit bloßem Auge (S. 260. — P.).
- SVANTE ARRHENIUS: Das Schicksal der Planeten (S. 260. — P.).
- AUGUSTO RIOHI: Kometen und Elektronen (S. 260. — P.).
- K. SCHMALZ: Koordinaten-Globus (S. 263–264. — Freese).
- F. DANNEMANN: Wie unser Weltbild entstand (S. 389. — P.).
- J. PLASSMANN: Der gestirnte Himmel (S. 390. — P.).

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens. Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Auf dem Gebiete der Naturwissenschaften sind u. a. erschienen:

Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Prof. Dr. R. Blochmann. 3. Aufl. Mit 116 Abb. (Bd. 5.)

Das Wasser. Von Privatdog. Dr. O. A. Seimino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)

Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Von Dr. B. Bavinz. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)

Die Erscheinungen des Lebens. Von Prof. Dr. H. Mische. Mit 40 Fig. (Bd. 150.)

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Heffe. 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)

Experimentelle Biologie. Von Dr. C. Theising. Mit Abb. 2 Bde. Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.) Band II: Regeneration, Selbstverstümmelung und Transplantation. (Bd. 337.)

Einführung in die Biochemie. Von Prof. Dr. W. C. 55. (Bd. 352.)

Der Bau des Metalls. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 3. Aufl. Mit 26 Fig. (Bd. 24.)

Das Werden und Vergehen der Pflanzen. Von Prof. Dr. P. Gieseler. Mit 24 Abb. (Bd. 173.)

Unsere wichtigsten Kulturpflanzen (die Getreidegräser). Von Prof. Dr. K. Gieseler. 2. Aufl. Mit 38 Fig. (Bd. 10.)

Die fleischfressenden Pflanzen. Von Prof. Dr. A. Wagner. Mit Abb. (Bd. 344.)

Der deutsche Wald. Von Prof. Dr. H. Hausrath. Mit 15 Abb. u. 2 Kart. (Bd. 153.)

Die Pflze. Von Dr. A. Eichinger. Mit 54 Abb. (Bd. 334.)

Kleinfbau und Kleinfbereitung. Von Dr. F. Schmitthenner. (Bd. 332.)

Der Obfiba. Von Dr. E. Voges. Mit 13 Abb. (Bd. 107.)

Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer. Von Prof. Dr. U. Dammer. (Bd. 359.)

Unsere Blumen und Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammer. (Bd. 360.)

Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen nahrungsmittlichen Getränke. Von Prof. Dr. A. Weller. Mit 24 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 132.)

Die Milch und ihre Produkte. Von Dr. A. Reig. (Bd. 352.)

Die Pflanzenwelt des Mikroskops. Von Bürgerfchullehrer E. Reutaus. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)

Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 39 Abb. (Bd. 160.)

Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. K. Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)

Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von weil. Privatdog. Dr. K. Hennings. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)

Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere. Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)

Die Stammesgeschichte unserer Haustiere. Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28 Fig. (Bd. 252.)

Die Fortpflanzung der Tiere. Von Prof. Dr. K. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)

Deutsches Vogelleben. Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)

Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eder. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)

Korallen und andere gesteinsbildende Tiere. Von Prof. Dr. W. May. Mit 455 Abb. (Bd. 231.)

Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten u. Abb. (Bd. 159.)

Die Bakterien. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)

Die Welt der Organismen. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Prof. Dr. K. Campert. Mit 82 Abb. (Bd. 236.)

Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. St. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)

Die Ameisen. Von Dr. St. Knauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)

Das Süßwasser-Plankton. Von Prof. Dr. O. Scharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)

Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. 2. Aufl. Mit 41 Fig. (Bd. 30.)

Das Aquarium. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

Illustrierte Verzeichnisse umsonst und postfrei vom Verlag.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Populäre Astrophysik

Von Dr. J. Scheiner,

Professor an der Universität Berlin

Mit 30 Tafeln u. 240 Fig. 2., ergänzte Aufl. 1912. In Leinw. geb. *M* 14.—

Will den zahlreichen Gebildeten, denen der erweiterte Blick ins Weltall als einer der schönsten und reinsten Genüsse erscheint, als Führer in das Gebiet der physikalischen Erforschung der Himmelskörper dienen. Zahlreiche Reproduktionen von photographischen Himmelsaufnahmen gewähren hierbei eine bessere Anschauung von den verschiedenartigen Welten, als die direkte Beobachtung im Fernrohr dem ungeübten Beobachter zu liefern vermag.

„Daß es gerade Scheiner, einer unserer besten und erfolgreichsten Astrophysiker ist, der sich entschließt, die bestehende Lücke durch ein eingehendes Lehrbuch der Astrophysik auszufüllen, ist ganz besonders zu begrüßen. Er schließt in seinem Buche alle Fragen aus, die rein astronomischer Natur sind, d. h. die sich mit dem Bewegungsproblem befassen, Astronomische Fragen, welche nur zum Teil in das Gebiet der Astrophysik schlagen, werden nur so weit behandelt, als es zum Verständnis des weiteren rein astrophysikalischen Themas notwendig ist. Dadurch war ein weiter Raum für alle einschlägigen Aufgaben gewonnen, und diese konnten dafür um so eingehender behandelt werden. Trotzdem einige mathematische Vorkenntnisse verlangt werden, merkt man dem Buche doch an, daß der Verfasser lieber mit Worten als mit Formeln erklären will. Dieses Bestreben wird sehr unterstützt durch den klaren und prägnanten Stil. Und dadurch ist das Buch zum mindesten für den Laien zu einem Compendium der Astrophysik geworden. Sehr unterstützt wird der Text durch ein passend gewähltes und vorzüglich ausgeführtes Illustrationsmaterial.“ (Deutsche Literaturzeitung.)

„Sein Hauptvorzug besteht darin, daß es den Leser zunächst auf das sorgfältigste mit den astrophysikalischen Methoden und Instrumenten vertraut macht; fast die Hälfte des Buches ist diesem Zweck gewidmet. Dadurch ist es aber nicht etwa zu einem Handbuche für den Fachmann geworden, nein, es ist eine gemeinverständliche Darstellung im besten Sinne des Wortes für den großen Kreis der Gebildeten. Mathematische Betrachtungen, die nun einmal nicht zu entbehren sind, werden nicht ängstlich vermieden; sie gehen aber nirgends über den Standpunkt eines Gymnasialprimaners hinaus. Überall schöpft der als hervorragender Forscher bekannte Verfasser aus dem vollen.“ (Monatsschrift für höhere Schulen.)

„Besonders hervorzuheben sind die zahlreichen Tafeln, die in ausgezeichnetster Reproduktion typische Nebelflecke, Sternhaufen usw. darstellen und eine treffliche Erläuterung des Textes bilden. Bei dem großen Interesse, das in gebildeten Laienkreisen der Astronomie entgegengebracht wird, muß das Erscheinen eines solchen Werkes um so erwünschter sein, als in den Lehrbüchern der populären Astronomie die Astrophysik gewöhnlich nicht diejenige Beachtung findet, die ihr gemäß ihrer Bedeutung für die Erkenntnis des Universums gebührt.“ (Physikalische Zeitschrift.)

Über das System der Fixsterne

Aus populären Vorträgen

von Professor Dr. K. Schwarzschild,

Direktor des Astrophysikal. Observatoriums bei Potsdam

Mit 13 Figuren. gr. 8. 1909. Geheftet *M* 1.—

„... Jedem gebildeten Laien, der sich für dieses Weltbild interessiert, sei das Werkchen warm empfohlen.“ (Frankfurter Zeitung.)

„... Der Verfasser macht uns zunächst mit dem unentbehrlichsten Werkzeug der Astronomen, dem Fernrohr, vertraut, erörtert dann, ausgehend von den immerhin erstaunlichen Einsichten eines Philosophen der zu Unrecht viel geschmähten Aufklärung, wie wir heute Entstehung und Entwicklung des Planetensystems zu begreifen suchen, und belehrt uns zum Schluß über die Vorstellbarkeit und Ausdehnung des Universums. Den größten Raum aber nimmt die nach Form und Inhalt gleich gediegene und anziehende Abhandlung ein, der die Schrift ihren Titel verdankt...“ (Berliner Tageblatt.)

**Dr. Bastian Schmidts
Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek**

**Himmelsbeobachtung mit
bloßem Auge**

Von Oberlehrer Franz Rusch

Mit 30 Figuren und 1 Sternkarte. Gebunden M. 3.—

„... Die Ergebnisse der Wissenschaft werden im Anschluß an die Beobachtungen des Lesers gut verständlich gegeben und durch treffliche Abbildungen erläutert. Ein besonderer Abschnitt beschäftigt sich mit der gewöhnlichen photographischen Kamera und ihrer Anwendung bei den astronomischen Studien. Das Buch ist vornehmlich für die älteren Schüler höherer Lehranstalten gedacht, kann aber jedem Freunde der Himmelskunde, auch dem mathematisch nicht geschulten, ein guter Führer zu den Wundern der Sternenwelt sein.“ (Deutsche Alpenzeitung.)

„Ein sehr anregend geschriebenes Buch. Auf Grundlage von Beobachtungen, die der Leser mit bloßem Auge gewinnen kann, wird er eingeführt in die Lehre der Zeit- und Ortsbestimmung. Sternhimmel, Sonne mit den perlobischen Sonnensflecken, der Mond und seine Trabanten, die Planeten, Kometen und Meteore im Anschluß an die Erlebnisse der jüngsten Zeit werden in Größe, Form, Umdrehungs- und wirksamen oder scheinbaren Umlaufzeiten untersucht. Wechselnde Helligkeit und Farbe geben Anlaß zu photometrischen und photographischen Fragen. Vorzügliche Abbildungen, tabellarische Zusammenstellungen und eine photographisch reproduzierte Sternkarte bilden eine vortreffliche Ergänzung des Textes.“ (Nationalzeitung, Basel.)

Große Physiker

Bilder aus der Geschichte der Astronomie und Physik

Von J. Keferstein, Hamburg

Für reife Schüler. Mit 12 Bildnissen auf Tafeln. Gebunden M. 3.—

Das Buch beginnt mit einer Beschreibung und Würdigung der Arbeiten und Entdeckungen des Copernicus und des Kepler im Zusammenhange mit den Leistungen Tycho de Brahes und geht dann dazu über, die gewaltige Bedeutung eines Galilei und eines Newton für den Fortschritt der Naturerkenntnis ihrer Zeit zu klarer Darstellung zu bringen. Newtons vielseitige Forschungen geben Veranlassung, auch der großen Verdienste um ihre weitere Ausgestaltung zu gedenken, die mit den Namen Huggens, Kant und Laplace verbunden sind. Faradays Leistungen auf dem Gebiete des Magnetismus und der Elektrizität im Zusammenhange mit den Arbeiten Marwells führen in ein Forschungsgebiet, dessen Kenntnis eine tiefgehende Umwälzung in die Naturauffassung des vorigen Jahrhunderts gebracht hat. Von nicht geringerer Bedeutung ist die Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft durch Robert Mayer, eines Satzes, der in v. Helmholtz seinen berühmtesten Verfünder, Begründer und Ausgestalter gefunden hat. Die bahnbrechenden Forschungen dieses genialen Physikers auch auf dem Gebiete der Optik, der Akustik und der Elektrizität werden ins rechte Licht gestellt, und es wird der Anregungen gedacht, die ihm Heinrich Hertz, der Entdecker der elektrischen Wellen, verdankt.

„... Das mit einigen guten Porträts ausgestattete Buch ist interessant und nicht zu schwer geschrieben. Als Wiederholungsbuch wird es den Studenten große Dienste leisten. Auch der Primaner und Sekundarner der höheren Lehranstalten wird es als wertvolle Ergänzung zu dem Physikunterricht in der Schule, in dem ja stets die biographische Seite zu kurz kommt, begrüßen. Wir können es daher den Schülerbibliotheken zur Anschaffung empfehlen.“ (Zeitschr. f. Philosophie u. Pädagogik.)

„... Aus den Werken heraus wird das Bild der Weltkorytheen lebensvoll entwirrt, und diese sind so ausgewählt, daß man einen zusammenhängenden Auschnitt aus der Geschichte der Physik zu lesen glaubt. An Copernicus, Kepler, Galilei und Newton wird die Entwicklung der Mechanik dargestellt. Dann folgt der Entdecker der Nahewirkung, Faraday, und der der Äquivalenz der Naturkräfte, R. Mayer. Den Beschluß macht der universelle Denker Helmholtz. 12 vortreffliche Bildnisse geben eine willkommene Anschauung auch der äußeren Persönlichkeit jener großen Männer, deren wissenschaftliche Entwicklung und Bedeutung mit bewundernder Verehrung geschildert wird.“ (Arbeitschule.)

Dr. Bastian Schmid's
Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek

Die Bändchen dieser Sammlung sind keine Kopie des Unterrichts, vielmehr behandeln sie die betreffende Materie in anregender Form, und zwar so, daß der Schüler den Stoff selbsttätig erlebt, sei es auf Wanderungen in der engeren oder weiteren Heimat oder zu Hause durch selbständige Beobachtung oder durch ein planmäßig angestelltes Experiment. Auch Eltern, Erzieher und gebildete Laien, die an dem geistigen Wachstum der Jugend Interesse nehmen, werden gern zu dem einen oder andern Bändchen greifen.

Jedes Bändchen ist geschmackvoll in Leinwand gebunden.

Physikalisches Experimentierbuch. Von Prof. Hermann Rebenstorff in Dresden. 2 Teile. I. Teil für jüngere und mittlere Schüler. Mit 99 Abbildungen. 1911. Geb. M. 3.—. II. Teil: Für mittlere und reife Schüler. Mit 87 Abbildungen. 1912. Geb. M. 3.—

„Arbeitsfreudige Knaben finden hier eine Quelle anregender Versuche, und auch der Lehrer wird für seinen Unterricht manches aus dem Buche benutzen können.“ (Pädagog. Reform.)

An der See. Für mittlere und reife Schüler. Von Prof. Dr. P. Dahms in Zoppot. Mit 61 Abbildungen. 1911. Geb. M. 3.—

„Das Buch Dahms ist nicht nur für reife Schüler lesenswert, sondern wird auch jedem Erwachsenen über die Geologie und Geographie der See gut orientieren.“

(Naturwissenschaftliche Wochenschrift.)

Geologisches Wanderbuch. Für mittlere und reife Schüler. Von Prof. K. G. Volk in Freiburg i. Br. In 2 Teilen. I. Teil. Mit 169 Abbildungen und Orientierungstafel. 1911. Geb. M. 4.— [II. Teil. In Vorbereitung.]

„Ein ganz vortreffliches Buch, das als Einführung in die Geologie ausgezeichnete Dienste leisten kann.“ (Freie Schulzeitung.)

Küstenwanderungen. Biologische Ausflüge für mittlere und reife Schüler. Von Dr. D. Franz in Frankfurt a. M. Mit 92 Figuren. 1911. Geb. M. 3.—

„Das Buch eignet sich vortrefflich als belehrende Lektüre für die reifere Jugend. Es kann aber auch erwachsenen Lesern, namentlich Lehrern als Anregung für den Unterricht, warm empfohlen werden.“ (Deutsche Entom. Zeitschrift.)

Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen. Für mittlere und reife Schüler. Von Lehrer Georg E. S. Schulz in Friedenau-Berlin. Mit 41 photographischen Aufnahmen. 1911. Geb. M. 3.—

„Das vorliegende Buch gibt eine sehr klare und allgemeinverständlich Anleitung über das Wesentlichste bei Naturaufnahmen. Die Darstellung wird durch zahlreiche sehr demonstrative Beispiele unterstützt.“ (Photographische Rundschau.)

Die Luftschiffahrt. Für reife Schüler von Dr. R. Nimfähr. Mit 99 Figuren. 1911. M. 3.—

„Das Buch ist ernst und gründlich gehalten; die Darstellung ist jedoch elementar und verständlich, so daß Schüler oberer Klassen aus dem Studium einen klaren Einblick in den gegenwärtigen Stand der Luftschiffahrt gewinnen können.“ (Pädagogischer Jahresbericht.)

Vom Einbaum zum Linienschiff. Streifzüge auf dem Gebiete der Schifffahrt und des Seewesens. Von Ingenieur Karl Radunz in Kiel. Für mittlere und reife Schüler. Mit 90 Abbildungen. 1912. Geb. M. 3.—

„Ist das Buch auch in erster Linie für mittlere und reife Schüler bestimmt, so wird doch auch der Erwachsene an diesen in reichlicher Weise durch gute Abbildungen unterstützten Ausführungen seine Freude haben.“ (Prometheus.)

Vegetations Schilderungen. Von Prof. Dr. Paul Gräbner, Kustos am Kgl. Botanischen Garten der Universität Berlin. Für mittlere und reife Schüler. Mit 40 Abbildungen. 1912. Geb. M. 3.—

„Wieder eines jener hübschen, beschreibenden Werke, das den stillen Wesen der Pflanzenwelt ihre verborgenen, so anmutigen Lebensgeheimnisse entlockt und in Wort und Zeichnung gewandt und liebevoll darstellt.“ (Nationalzeitung.)

Dr. Bastian Schmid's
Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek

An der Werkbank. Anleitung zur Herstellung physikalischer Apparate. Für mittlere und reife Schüler. Von Prof. G. Gscheidlen in Mannheim. Mit 110 Abbildungen und 44 Tafeln. Geb. M. 4.—

„Das Werk ist geeignet, die Lust für praktische Betätigung bei reiferen Schülern zu heben und ihnen das Verständnis für neuzeitliche Maschinen zu erschließen.“ (Die Volksschule.)

Chemisches Experimentierbuch für Knaben. Von Prof. Dr. Karl Scheid in Freiburg i. Br. In 2 Teilen. I. Teil. 3. Auflage. Mit 77 Abbildungen. 1912. Geb. M. 3.— [II. Teil. Oberstufe in Vorbereitung.]

„Der größte Nachdruck ist stets darauf gelegt, die Fähigkeit zur Beobachtung auszubilden, während von aller überflüssigen Gelehrsamkeit, die erfahrungsgemäß nur abschreckend auf die Jugend wirkt, abgesehen ist.“ (Apotheker-Zeitung.)

Unsere Frühlingspflanzen. Von Prof. Dr. S. Hød in Perleberg. Mit 76 Abbildungen. Geb. M. 3.—

„Dadurch, daß gleichzeitig auch auf die allgemeinen biologischen Erscheinungen hingewiesen wird, kann dieses Büchlein zugleich als eine brauchbare Einführung in das Studium der Pflanzenbiologie bezeichnet werden.“ (Aus der Heimat.)

Aus dem Luftmeer. Von Oberlehrer M. Sassenfeld in Emmerich a. Rh. 2 Teile. I. Teil. Mit 40 Abbildungen. Geb. M. 3.— [II. Teil in Vorbereitung.]

„Die Darstellung ist allgemeinverständlich, ohne ins Breite zu gehen, auch sind die neuesten Forschungen, soweit sie in den Plan des Buches fallen, sorgfältig berücksichtigt.“ (Klinische Wtg.)

Biologisches Experimentierbuch. Von Prof. Dr. C. Schäffer in Hamburg. Geb. M. 4.—

Ein erster Versuch, an der Hand zahlreicher Experimente an lebenden Tieren und Pflanzen aus dem Gesamtgebiete der Biologie (Botanik, Zoologie und menschliche Physiologie) die Lehre vom Leben verständlich zu machen.

Physikalische Plaudereien für die Jugend. Von L. Wunder, Oberlehrer in Sendelbach a. M. Mit Abbildungen. Kart. ca. M. 1.—

Es ist auch dem besten Lehrer unmöglich, in der Schule allein das Fragebedürfnis der physikalisch interessierten Knaben zu befriedigen. Hier will dieses Büchlein eingreifen, indem es wenige ausgewählte Stoffe aus dem Gebiete der Mechanik fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe mit möglichst gründlichkeit behandelt.

Hervorragende Leistungen der Technik I. Von Prof. Dr. K. Schreiber in Dresden. Mit Abbildungen. Geb. ca. M. 3.—

Im vorliegenden Buch ist aus den Arbeitsgebieten des Ingenieurs, welche den üblichen Lehrgang der Physik entsprechend angeordnet sind, jeweils das hervorragende Wert herausgegriffen und beschrieben, die wissenschaftlichen Grundlagen sind in möglichst leicht verständlicher Weise dargestellt.

Chemische Plaudereien für die Jugend. Von L. Wunder, Oberlehrer in Sendelbach a. M. Mit Abbildungen. Kart. ca. M. 1.—

Das Büchlein soll zum Verständnis wichtiger chemischer Vorgänge helfen: nämlich der Oxidation und Reduktion, der Atmung und Ernährung von Pflanze und Tier, der Säure-, Laugen- u. Salzbildung.

In Vorbereitung befinden sich:

Geographisches Wanderbuch. Von Privatdozent Dr. A. Berg in Charlottenburg.

Das Leben in Teich und Fluß. Von Prof. Dr. Reinhold von Hanstein in Berlin-Großlichterfelde.

Schmetterlingsbuch. Von Oberstudienrat Prof. Dr. L. Lampert in Stuttgart.

Chemie und Großindustrie. Von Prof. Dr. E. Löwenhardt in Halle a. S.

Große Ingenieure. Von Privatdozent C. Matzsch in Berlin.

Große Chemiker. Von Prof. Dr. O. Ohmann in Berlin.

Große Biologen. Von Prof. Dr. May in Karlsruhe.

Insektenbiologie. Von Prof. Dr. Chr. Schröder in Berlin.

Körper- und Geistespflege. Von Dr. med. Siebert in München.

Das Leben unserer Vögel. Von Dr. Joh. Thienemann in Königsberg.

Aquarium und Terrarium. Von Prof. Dr. S. Urban in Plan.

Große Geographen. Von Prof. Dr. S. Lampe in Berlin.

Ausführlicher illustrierter Prospekt umsonst u. portofrei vom Verlag

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Karl Kraepelins Naturstudien. Mit Zeichn. v. O. Schwindrazheim. Im Hause (4. Auflage. Geb. M. 3.20); im Garten (3. Auflage. Geb. M. 3.60); in Wald und Feld (3. Auflage. Geb. M. 3.60); in der Sommerfrische (Reiseplaudereien. 2. Auflage. Geb. M. 3.60); in fernen Zonen (Plaudereien in der Dämmerstunde. Geb. M. 3.60); Volksausgabe (Vom Hamburger Jugendschriften-Ausfuß ausgewählt. 2. Auflage. Geb. M. 1.—).

„... So ist diese Jugendschrift ein Meisterstück, dem man leider nur wenige andere an die Seite stellen kann.“ (Pädagogische Reform.)

Streifzüge durch Wald und Flur. Eine Anleitung zur Beobachtung der heimischen Natur in Monatsbildern. Von Prof. Bernh. Landsberg. 4. Auflage. Mit 83 Abbildungen. Geb. M. 5.—

„... Niemand mehr, der dieses Buch als seinen Führer erwählt hat, wird gleichgültig im Freien herumgehen, sondern er wird überall und jederzeit etwas finden, das sein Denken beschäftigt wird.“ (Westermanns Monatshefte.)

Naturgeschichte für die Großstadt. Tiere und Pflanzen der Straßen, Plätze, Anlagen, Gärten und Wohnungen. Für Lehrer und Naturfreunde dargestellt von Lehrer Walter Pfalz. In 2 Teilen. Geb. je M. 3.—

„... Die Ausführungen sind dem kindlichen Verständnis und Interesse sehr geschickt angepasst, fesselnd und unterhaltend, und auch die 40 Federzeichnungen nach Originalskizzen durchaus charakteristisch. Der Verfasser hat mit seinem Büchlein einen guten Griff getan: eine neue Idee in trefflicher Durchführung.“ (National-Zeitung.)

Botanisch-Geologische Spaziergänge in die Umgebung von Berlin. Von Dr. W. Gotth. Mit 23 Figuren. Geb. M. 1.80, in Leinwand geb. M. 2.40.

„Allen Naturfreunden, Pflanzenliebhabern, Lehrern, Studenten und Gärtnern kann dieses Büchlein nur empfohlen werden; für reifere Schüler ist es ein willkommenes Geschenk, um sie an die Natur zu fesseln und ihnen auf diesem Wege die Beschäftigung mit trockner Systematik interessant zu gestalten.“ (Straßburger Zeitung.)

Natur-Paradoxe. Von Dr. C. Schäffer. 2. Aufl. Mit 82 Abbild. Geb. M. 3.—

„... Das Buch wird vor allem der Jugend Freude bereiten, die daraus erkennen kann, wie vielfältig die Naturgesetze, die die Schule lehrt, angewendet werden können.“ (Die Hilfe.)

Der kleine Geometer. Von G. C. und W. H. Young. Deutsch von S. u. F. Bernstein. Mit 127 Abbildungen. Geb. M. 3.—

„... Mit Recht wird an der Darstellung die natürliche Frische, Klarheit und Anschaulichkeit des englischen Stils gerühmt.“ (Wissenschaftliche Beilage der Leipziger Zeitung.)

Mathematische Experimentiermappe für den geometrischen Anfangsunterricht. Von Professor Dr. G. Nooß. 9 Tafeln mit vorgezeichneten Figuren mathematischer Modelle, Werkzeug und Material zur Herstellung sowie erläuternder Leitfaden. Preis in Karton M. 4.—

„Die Herstellung von Modellen nach Nooßs Anleitung wird Knaben und Mädchen nicht nur Freude bereiten, sondern auch die Schwierigkeiten aus dem Wege räumen, mit welchen der systematische Geometrieunterricht ohne Vorkurs stets zu kämpfen hat.“ (Zeitschrift für Jugendberziehung.)

Das Feuerzeug. Von Ch. M. Tidg. Nach dem englischen Original bearbeitet von P. Pfannenschmidt. Mit 40 Figuren. Geb. . . M. 2.—

„... Wer seinem oder einem anderen Kinde etwa auf der Klassenstufe Tertia und Sekunda Freude und Belehrung zugleich verschaffen will, der greife zu diesem bei schöner Ausstattung billigen Buche.“ (Zeitschrift für den deutschen Unterricht.)

Hinaus in die Ferne! Zwei Wanderfahrten deutscher Jungen erzählt von Dr. E. Neundorff. In Leinwand geb. M. 3.2

„... Ich habe noch kein besseres Buch über staatsbürgerliche Erziehung der Jugend in Händen gehabt, als Neundorffs Wandererzählungen.“ (Der Wanderer.)

Naturgeschichtliche Volksmärchen. Von Prof. Dr. Oskar Dähnhardt. 2 Bde. 3. Aufl. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim. Geb. je M. 2.4

„... Dabei leitet der Herausgeber bei seiner Auswahl ein feiner literarischer Geschmack, ein gesundes Urteil und reiche pädagogische Erfahrung.“ (Zeitschr. f. den deutschen Unterricht.)

Der Sternenhimmel

Anleitung zur Benützung des
Himmelsglobus aus Modellsternen,
die Sterne durchzufinden und
von ihnen Kenntnis zu bekommen

Von
Dr. Alois Höpfer

a. d. Professur an der Kaiserl. Sternwarte

Zweite, verbesserte Auflage
(zugleich als Beigabe zu den Vorlesungen
"Didaktik der Himmelskunde und
der astronomischen Geographie".)



Druck und Verlag von B. G. Teubner, Leipzig, Berlin

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Neu herausgegeben Naturstudien Mit Zeichn. v. M. Schmindehagen.



Copyright 1913 by B. G. Teubner in Leipzig

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Unser neues Lehrmittel, der transparente Himmelsglobus, stellt sich keine höhere Aufgabe als die, eine erste Anleitung zu gewähren für die verständnisvolle Betrachtung der Erscheinungen am Himmel selbst.

Die Grundlage für alle übrigen astronomischen Erkenntnisse bildet die Orientierung am Fixsternhimmel. Um eine solche zu erlangen, griff der Anfänger bisher entweder zu Sternkarten oder zu Sterngloben, letztere wie die Erdgloben massiv und undurchsichtig. Beiderlei Behelfe bieten aber dem am Himmel nicht bereits einigermaßen Bewanderten eigentümliche Schwierigkeiten bei ihrer Handhabung.

Die Sternkarten bilden die Himmelstugel auf einer ebenen Fläche ab, also unter unvermeidlicher Verzerrung der Größen- und Lagenverhältnisse; und auch hievon abgesehen fordern diejenigen Karten, welche nicht bloß sehr kleine Teile des Himmels, sondern alle bei uns sichtbaren Fixsterne auf einem Blatte zeigen, daß man dieses über seinen Kopf halte, wenn man einzelne Teile der Karte übereinstimmend mit den Teilen des Sternhimmels nach den Weltgegenden richtig orientiert sehen will. — Die undurchsichtigen Sterngloben hingegen sind zwar von dem ersten Mangel frei, an Stelle des zweiten aber besitzen sie einen noch störenderen: sie zeigen nämlich dem Beschauer ein solches Bild des Sternenhimmels, wie er es dann erblicken würde, wenn er, ebenso wie er selber außerhalb des Globus steht, auch von einem Standpunkte außerhalb der Sternwelt (falls sie sich auf einer festen Kugel fände) in diese hineinschaute.

Unser Globus zeigt zunächst an seiner Außenseite ebenfalls diese verkehrte Anordnung der einzelnen Sternbilder und ihrer Teile; z. B. die vier Räder des Großen Wagens links, die Deichsel rechts, während bekanntlich das Sternbild selbst, wenn wir es etwa an einem Herbstabend gegen Norden gerade vor uns erblicken, die Deichsel links, die Räder rechts zeigt. Sobald wir nun aber, nachdem wir das Sternbild auf dem Globus aufgefunden haben, die einzelnen Sterne der Zeichnung durchstechen, den Globus gegen das Tages- oder Lampenlicht halten und durch den (den südlichen, bei uns niemals sichtbaren Zirkumpolarsternen entsprechenden) offenen Teil des Globus in dessen Inneres blicken, sehen wir die Sterne hell auf dunklem Grunde ganz in derselben gegenseitigen Anordnung wie am dunklen Nachthimmel.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Karl Kraepelin's Naturstudien. Mit Zeichn. v. M. Schmindekeim.

IV

Vorwort

Daß sich junge Freunde der Natur, welche dazu Lust und Geschick haben, ihren Himmelsglobus selbst aus den Netzen¹⁾ zusammenkleben können (was nicht schwieriger ist, als z. B. das so beliebte Anfertigen von Kristallmodellen), wird ihnen ihrer Hände Werk um so lieber und vertrauter machen. Zur Anfertigung des Gestelles findet sich sodann gewiß ein der Laubsägerei kundiger Kamerad gern bereit.

Indem wir so auf die Kunstfertigkeit unsrer jungen angehenden Astronomen zählen, wurde es möglich, ihnen das Lehrmittel zu einem Preise zugänglich zu machen, der weit unter dem aller Sternkarten, geschweige Globen von gleicher Reichhaltigkeit der aufgenommenen Sterne (über 460) und Sternbilder steht.

Für solche, welche das Gestell oder Gestell und Globus fertig zu beziehen wünschen, wird außer der ersten, die Netze des Globus und das Laubsägemuster für das Gestell enthaltenden, eine zweite und dritte Ausgabe gegen einen entsprechenden höheren Betrag geliefert.

Die nachfolgende Anleitung zur Benützung des Globus beschränkt sich auf die Beschreibung derjenigen Tatsachen, welche den ersten Ausgangspunkt jedweder astronomischen Einsicht bilden: die sogenannten „Scheinbaren“ (d. h. auf die Erde bezogenen) Bewegungen des Fixsternhimmels und der Sonne nebst einigen Andeutungen über die Bewegungen des Mondes und der mit freiem Auge sichtbaren Planeten. Es wurde in der Art der Darstellung überall angenommen, daß unser junger Freund noch nichts von Astronomie und mathematischer Geographie aus Büchern gelernt habe (weshalb auch die astronomischen Kunstausdrücke bis auf einige wenige vermieden worden sind). Dagegen zählen wir darauf, daß der Globus und die Anleitung zu seiner Benützung jedem, der sich ihrer bedienen will, eine kräftige Aufforderung sei, immer und immer wieder den Blick zum gestirnten Himmel selbst zu erheben.

Wird dieser Rat befolgt, so wird auch der Anfänger sich zu seiner freudigen Überraschung überzeugen, daß die „Sternguderei“ wenigstens für den Anfang gar keine so geheimnisvolle Kunst sei, als man gemeinlich denkt, sondern daß die Wissenschaft vom gestirnten Himmel, weit entfernt tote Gelehrsamkeit zu sein, vielmehr unter allen Naturwissenschaften durch die Schönheit und die erhabene Einfachheit ihres Gegenstandes dem natürlichen Sinne sich am leichtesten er-

1) Über die geometrischen Eigenschaften des Netzes (Begrenzung der Zweiele durch Sinus-Kurven) vgl. den Aufsatz des Unterzeichneten: „Netz, Oberfläche und Kubikinhalt des Zylindersstübes und der Kugel“, Zeitschrift für mathemat. und naturwissensch. Unterricht (herausgegeben von Hoffmann, Leipzig bei Teubner) XVIII. Jahrgang (1887), S. 1–26. Abgedruckt in der „Didaktik d. math. Unterrichts“, Teubner 1910, S. 293 ff.

schließt. — Erst wenn eine gewisse Vertrautheit mit dem Anblick, die der Sternenhimmel dem unbewaffneten Auge darbietet, bereits erworben ist, sollte man zu weiterer Belehrung nach Büchern greifen. Es seien hier aus der großen Menge vortrefflicher Schriften über die Anfangsgründe der Himmelskunde als besonders leicht faßlich und zur wirklichen Beobachtung anregend empfohlen: „Die elementaren Grundlagen der astronomischen Geographie“ von Dr. Adolf Jos. Pich (Wien, Klinckschmidt, 1883, 3. Auflage 1901) — und: „Beobachtungen, Fragen und Aufgaben aus dem Gebiete der elementaren astronomischen Geographie“ von Gustav Rujck (Wien, Hölder, 2. Auflage 1887).

Wer bereits alle auf unserem Globus dargestellten Sterne und Sternbilder kennt und seine Kenntnis einzelner Sterne und Sternnamen noch zu bereichern wünscht, wird sich hierzu mit besonderem Vergnügen des in größerem Maßstabe angelegten und schön ausgeführten Himmelsatlas von Friedrich Braun (Stuttgart, Wilh. Neumann) bedienen.

Herzlichen Dank sage ich nunmehr an dieser Stelle meinem werten Freunde und Mitarbeiter, Friedrich Kleindienst¹⁾, für den künstlerischen Geschmaç und die verständnisvolle Sorgfalt, welche er auf die Zeichnungen verwendet hat; diese wurden durchaus auf Grund mehrjähriger Vergleichen der Angaben größerer Karten- und Globenwerke (namentlich Littrows, Brauns Himmelsatlas, C. Adams großem Himmelsglobus) mit dem Anblicke des gestirnten Himmels selbst, wie er sich dem unbewaffneten Auge darbietet, ausgeführt. — Durch gütigen Rat, Einsicht in die Korrekturen u. dgl., haben sich ferner die Herren Prof. Dr. Friedr. Umlauf, Dr. Adolf Jos. Pich, Prof. G. Rujck, Prof. Wollensack und Prof. Dr. S. Günther (München) um das Zustandekommen des Unternehmens verdient gemacht.

Der Verlagsbuchhandlung (1. Auflage bei J. F. Schreiber in Esslingen) endlich gebührt für die freundliche Bereitwilligkeit, mit der sie auf den Gedanken des neuen Lehrmittels überhaupt eingegangen ist und für dessen hübsche Ausführung bei äußerst billigem Preise sie Sorge getragen hat, der Dank sowohl des Herausgebers wie aller jener, die — so hoffe ich — unser bescheidenes Werk als einen Schlüssel handhaben werden, der ihnen die Vorhellen zur hehren Himmelskunde erschließt.

Wien 1888.

A. Höfler.

1) Dieser liebenswürdige Künstler und Lehrer ist bald nach dem Erscheinen des Himmelsglobus, an dem er jahrelang liebevoll mitgearbeitet hatte, in noch jungen Jahren gestorben.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

VI

Vorwort

Vorwort zur zweiten Auflage.

Diese zweite Auflage meines Himmelsglobus ist aus Anlaß des gleichzeitigen Erscheinens meiner „Didaktik der Himmelskunde und astronomischen Geographie“ (Band II der „Didaktischen Handbücher für den realistischen Unterricht“, bei B. G. Teubner), aus dem Verlag Schreiber (Eßlingen) in den Verlag B. G. Teubner (Leipzig) übergegangen. Ich danke sogleich hier diesem Verlag, daß er wie bei den Didaktischen Handbüchern, so nun auch beim Himmelsglobus auf meine Wünsche bezüglich vielfacher Verbesserungen dieses Lehrmittels bereitwillig eingegangen ist.

Besonderen Dank habe ich auch dem Herrn Astronomen Gid. Tr. Riegler der Wiener Urania zu sagen für die genaue und höchst sachkundige Revision des lithographierten Modelliernezes nach der ersten Ausgabe; sie ergab einige Verbesserungen, bestätigte aber im übrigen die große Sorgfalt, die der Zeichner der ersten Ausgabe, mein zu früh verstorbener Friedrich Kleindienst, auf dieses unser Werkchen verwendet hatte.

Die nachfolgende Anleitung sagt dem jungen Leser, der sonst in der Schule nur wenig oder keine Anleitung zu einer allerersten Himmelskunde empfangen hat, daß und wie ihn der — womöglich aus der eigenen Handfertigkeit hervorgegangene — Himmelsglobus zum wirklichen Himmel soll aufblicken lehren. Wie sich dann diese erste Bekanntschaft mit dem Fixsternhimmel einfügt in einen planmäßigen Lehrgang der ganzen Himmelskunde, soweit sie während der Jahre unserer Mittelschulen („höheren Schulen“) behandelt werden kann und soll, findet der selbst lehrende Leser dieses Heftchens ausführlich dargestellt in der eingangs genannten „Didaktik der Himmelskunde und astronomischen Geographie“.

Hier sind auch viele große und kleine Schriften zur Himmelskunde dem Lehrer und durch ihn manche auch dem Schüler empfohlen; so Franz Rusch, „Himmelsbeobachtung mit bloßem Auge für reife Schüler“ (B. G. Teubner, 1911).

Wien-Bapreuth, Juli 1912.

A. Höfler.

„Was kann ich mittelst des Himmelsglobus lernen?“

I. Fixsterne und Sternbilder.

Erhebst du in einer klaren Nacht den Blick zum Himmelszelt, so mag es dir wohl recht schwierig erscheinen, dich in dem glühenden Gewimmel von Sternen und Sternchen zurechtzufinden, die da dein Auge erfreuen und deinen Geist zu einem Gedanken an das Unendliche beflügeln.

„Wer zählt die Völker, nennt die Namen,
die gastlich hier zusammenkamen?“ . . .

Und doch — hast du nur zwei- oder dreimal versucht, dir wenigstens einzelne Theile des weltumspannenden Bildes von schier verwirrender Pracht und Mannigfaltigkeit einzuprägen, so fängt schon ein großes Gesetz sich dir zu enthüllen an, dem sie alle in erhabener Ruhe gehorchen, Mann für Mann des mächtigen Sternenheeres.

Dort oben siehst du sieben treue Genossen miteinander wandeln; kaum entsinnst du dich mehr der Zeit, als dir zum ersten Male dein Vater die freundliche Schar zeigte und dir erzählte, daß man das Siebengestirn den Großen Bären oder den Großen Wagen nenne. Seither hast du oft und oft, wenn dich die vielen tausend andern Lichtpünktchen gleich Irrlichtern zu neuen schießen, zu jenen Sieben wie zu alten Freunden suchend emporgebllickt — und richtig, da sind sie noch immer beisammen: dort die vier, welche du als „Hinter- und Vorderräder des Wagens“ hättest nennen hören, dort die drei, welche die „Deichsel“ bilden. Still stehen will nun freilich der Wagen nicht: an Herbstabenden hast du ihn nahe dem Horizont, an Frühlingsabenden hoch über dir stehen sehen; und wartest du auch nur ein oder zwei Stunden, so merkst du bereits deutlich, daß er an einen andern Ort des Himmels gefahren ist. Aber allzusehr beeilt er sich doch nicht bei dieser Fahrt: denn er braucht fast vierundzwanzig Stunden (nur vier Minuten weniger), bis er an demselben Orte angelangt ist wie Tags zuvor. In welcher Bahn hat sich nun aber diese Fahrt vollzogen, in einer Geraden hin und zurück oder in einem Kreis? Noch ein wenig Gebuld, das können wir erst wissen, wenn wir es uns nicht verdrießen lassen, eine ganze Nacht, ja ein ganzes Jahr lang die Fahrt im Himmelswagen mitzumachen — und wenn ich dir

Dr. Bastian Schmid's
Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek

Die Bändchen dieser Sammlung sind keine Kopie des Unterrichts, vielmehr behandeln sie die betreffende Materie in anregender Form, und zwar so, daß der Schüler den Stoff selbsttätig erlebt, sei es auf Wanderungen in der engeren oder weiteren Heimat oder zu Hause durch selbständige Beobachtung oder durch ein planmäßig angestelltes Experiment. Auch Eltern, Erzieher und gebildete Laien, die an dem geistigen Wachstum der Jugend Interesse nehmen, werden gern zu dem einen oder andern Bändchen greifen.

Jedes Bändchen ist geschmackvoll in Leinwand gebunden.

Physikalisches Experimentierbuch. Von Prof. Hermann Rebenstorff in Dresden. 2 Teile. I. Teil für jüngere und mittlere Schüler. Mit 99 Abbildungen. 1911. Geb. M. 3.—. II. Teil: Für mittlere und reife Schüler. Mit 87 Abbildungen. 1912. Geb. M. 3.—

„Arbeitsfreudige Knaben finden hier eine Quelle anregender Versuche, und auch der Lehrer wird für seinen Unterricht manches aus dem Buche benutzen können.“ (Pädagog. Reform.)

An der See. Für mittlere und reife Schüler. Von Prof. Dr. P. Dahms in Boppot. Mit 61 Abbildungen. 1911. Geb. M. 3.—

„Das Buch Dahms ist nicht nur für reife Schüler lesenswert, sondern wird auch jedem Erwachsenen über die Geologie und Geographie der See gut orientieren.“

(Naturwissenschaftliche Wochenschrift.)

Geologisches Wanderbuch. Für mittlere und reife Schüler. Von Prof. K. G. Volk in Freiburg i. Br. In 2 Teilen. I. Teil. Mit 169 Abbildungen und Orientierungstafel. 1911. Geb. M. 4.— [II. Teil. In Vorbereitung.]

„Ein ganz vorzügliches Buch, das als Einführung in die Geologie ausgezeichnete Dienste leisten kann.“ (Freie Schulzeitung.)

Küstenwanderungen. Biologische Ausflüge für mittlere und reife Schüler. Von Dr. V. Franz in Frankfurt a. M. Mit 92 Figuren. 1911. Geb. M. 3.—

„Das Buch eignet sich vortrefflich als belehrende Lektüre für die reisere Jugend. Es kann aber auch erwachsenen Lesern, namentlich Lehrern als Anregung für den Unterricht, warm empfohlen werden.“ (Deutsche Entom. Zeitschrift.)

Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen. Für mittlere und reife Schüler. Von Lehrer Georg E. S. Schulz in Friedenau-Berlin. Mit 41 photographischen Aufnahmen. 1911. Geb. M. 3.—

„Das vorliegende Buch gibt eine sehr klare und allgemeinverständliche Anleitung über das Wesentlichste bei Naturaufnahmen. Die Darstellung wird durch zahlreiche sehr demonstrative Beispiele unterstützt.“ (Photographische Rundschau.)

Die Luftschiffahrt. Für reife Schüler von Dr. R. Nimfähr. Mit 99 Figuren. 1911. M. 3.—

„Das Buch ist ernst und gründlich gehalten; die Darstellung ist jedoch elementar und verständlich, so daß Schüler oberer Klassen aus dem Studium einen klaren Einblick in den gegenwärtigen Stand der Luftschiffahrt gewinnen können.“ (Pädagogischer Jahresbericht.)

Vom Einbaum zum Einienschiff. Streifzüge auf dem Gebiete der Schiffahrt und des Seewesens. Von Ingenieur Karl Radunz in Kiel. Für mittlere und reife Schüler. Mit 90 Abbildungen. 1912. Geb. M. 3.—

„Ist das Buch auch in erster Linie für mittlere und reife Schüler bestimmt, so wird doch auch der Erwachsene an diesen in reichlicher Weise durch gute Abbildungen unterstützten Ausführungen seine Freude haben.“ (Prometheus.)

Vegetationsbilderungen. Von Prof. Dr. Paul Gräbner, Kustos am Kgl. Botanischen Garten der Universität Berlin. Für mittlere und reife Schüler. Mit 40 Abbildungen. 1912. Geb. M. 3.—

„Wieder eines jener hübschen, beschreibenden Werke, das den stillen Wesen der Pflanzenwelt ihre verborgenen, so anmutigen Lebensgeheimnisse entlockt und in Wort und Zeichnung gewandt und liebevoll darstellt.“ (Nationalzeitung.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Dr. Bastian Schmidts
Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek

An der Wertbant. Anleitung zur Herstellung physikalischer Apparate. Für mittlere und reife Schüler. Von Prof. G. Gscheidlen in Mannheim. Mit 110 Abbildungen und 44 Tafeln. Geb. M. 4.—

„Das Werk ist geeignet, die Lust für praktische Betätigung bei reiferen Schülern zu heben und ihnen das Verständnis für neuzeitliche Maschinen zu erschließen.“ (Die Volksschule.)

Chemisches Experimentierbuch für Knaben. Von Prof. Dr. Karl Scheid in Freiburg i. Br. In 2 Teilen. 1. Teil. 3. Auflage. Mit 77 Abbildungen. 1912. Geb. M. 3.— [II. Teil. Oberstufe in Vorbereitung.]

„Der größte Nachdruck ist stets darauf gelegt, die Fähigkeit zur Beobachtung auszubilden, während von aller überflüssigen Gelehrsamkeit, die erfahrungsgemäß nur abflehend auf die Jugend wirkt, abgesehen ist.“ (Apotheker-Zeitung.)

Unsere Frühlingspflanzen. Von Prof. Dr. S. Höd in Perleberg. Mit 76 Abbildungen. Geb. M. 3.—

„Dadurch, daß gleichzeitig auch auf die allgemeinen biologischen Erscheinungen hingewiesen wird, kann dieses Büchlein zugleich als eine brauchbare Einführung in das Studium der Pflanzenbiologie bezeichnet werden.“ (Aus der Heimat.)

Aus dem Luftmeer. Von Oberlehrer M. Sassenfeld in Emmerich a. Rh. 2 Teile. 1. Teil. Mit 40 Abbildungen. Geb. M. 3.— [II. Teil in Vorbereitung.]

„Die Darstellung ist allgemeinverständlich, ohne ins Breite zu gehen, auch sind die neuesten Forschungen, soweit sie in den Plan des Buches fallen, sorgfältig berücksichtigt.“ (Kölnische Ztg.)

Biologisches Experimentierbuch. Von Prof. Dr. C. Schäffer in Hamburg. Geb. M. 4.—

Ein erster Versuch, an der Hand zahlreicher Experimente an lebenden Tieren und Pflanzen aus dem Gesamtgebiete der Biologie (Botanik, Zoologie und menschliche Physiologie) die Lehre vom Leben verständlich zu machen.

Physikalische Plaudereien für die Jugend. Von L. Wunder, Oberlehrer in Sendelbach a. M. Mit Abbildungen. Kart. ca. M. 1.—

Es ist auch dem besten Lehrer unmöglich, in der Schule allein das Fragebedürfnis der physikalisch interessierten Knaben zu befriedigen. Hier will dieses Büchlein eingreifen, indem es wenige ausgewählte Stoffe aus dem Gebiete der Mechanik fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe mit möglicher Gründlichkeit behandelt.

Hervorragende Leistungen der Technik I. Von Prof. Dr. K. Schreiber in Dresden. Mit Abbildungen. Geb. ca. M. 3.—

Im vorliegenden Buch ist aus den Arbeitsgebieten des Ingenieurs, welche den üblichen Lehrgang der Physik entsprechend angeordnet sind, jeweils das hervorragendste Werk herausgegriffen und beschrieben, die wissenschaftlichen Grundlagen sind in möglichst leicht verständlicher Weise dargestellt.

Chemische Plaudereien für die Jugend. Von L. Wunder, Oberlehrer in Sendelbach a. M. Mit Abbildungen. Kart. ca. M. 1.—

Das Büchlein soll zum Verständnis wichtiger chemischer Vorgänge helfen: nämlich der Oxidation und Reduktion, der Atmung und Ernährung von Pflanze und Tier, der Säure-, Laugen- u. Salzbildung.

In Vorbereitung befinden sich:

Geographisches Wanderbuch. Von Privatdozent Dr. A. Berg in Charlottenburg.

Das Leben in Feld und Flus. Von Prof. Dr. Reinhold von Haase in Berlin-Groß-Lichterfelde.

Schmetterlingsbuch. Von Oberstudienrat Prof. Dr. L. Lampert in Stuttgart.

Chemie und Großindustrie. Von Prof. Dr. E. Löwenhardt in Halle a. S.

Große Ingenieure. Von Privatdozent C. Matzoh in Berlin.

Große Chemiker. Von Prof. Dr. O. Ohmann in Berlin.

Große Biologen. Von Prof. Dr. May in Karlsruhe.

Insektenbiologie. Von Prof. Dr. Chr. Schröder in Berlin.

Körper- und Geistespflege. Von Dr. med. Siebert in München.

Das Leben unserer Vögel. Von Dr. Joh. Thienemann in Königsberg.

Aquarium und Terrarium. Von Prof. Dr. S. Urban in Plan.

Große Geographen. Von Prof. Dr. S. Lampe in Berlin.

Ausführlicher unkritierter Prospekt umsonst u. postfrei vom Verlag

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Karl Kraepelins Naturstudien. Mit Zeichn. v. O. Schwindrazheim. Im Hause (4. Auflage. Geb. M. 3.20); im Garten (3. Auflage. Geb. M. 3.60); in Wald und Feld (3. Auflage. Geb. M. 3.60); in der Sommerfrische (Reiseplaudereien. 2. Auflage. Geb. M. 3.60); in fernen Zonen (Plaudereien in der Dämmerstunde. Geb. M. 3.60); Volksausgabe (Vom Hamburger Jugendschriften-Ausschuß ausgewählt. 2. Auflage. Geb. M. 1.—).

„... So ist diese Jugendschrift ein Meisterstück, dem man leider nur wenige andere an die Seite stellen kann...“ (Pädagogische Reform.)

Streifzüge durch Wald und Flur. Eine Anleitung zur Beobachtung der heimischen Natur in Monatsbildern. Von Prof. Bernh. Landsberg. 4. Auflage. Mit 83 Abbildungen. Geb. M. 5.—

„... Niemand mehr, der dieses Buch als seinen Führer erwählt hat, wird gleichgültig im Freien herumgehen, sondern er wird überall und jederzeit etwas finden, das sein Denken beschäftigen wird...“ (Westermanns Monatshefte.)

Naturgeschichte für die Großstadt. Tiere und Pflanzen der Straßen, Plätze, Anlagen, Gärten und Wohnungen. Für Lehrer und Naturfreunde dargestellt von Lehrer Walter Pfalz. In 2 Teilen. Geb. je M. 3.—

„... Die Ausführungen sind dem kindlichen Verständnis und Interesse sehr geschickt angepasst, fesselnd und unterhaltsam, und auch die 40 Federzeichnungen nach Originalstücken durchaus charakteristisch. Der Verfasser hat mit seinem Büchlein einen guten Griff getan: eine neue Idee in trefflicher Durchführung.“ (National-Zeitung.)

Botanisch-Geologische Spaziergänge in die Umgebung von Berlin. Von Dr. W. Gotth. Mit 23 Figuren. Geb. M. 1.80, in Leinwand geb. M. 2.40.

„Allen Naturfreunden, Pflanzenliebhabern, Lehrern, Studenten und Gärtnern kann dieses Büchlein nur empfohlen werden; für reifere Schüler ist es ein willkommenes Geschenk, um sie an die Natur zu fesseln und ihnen auf diesem Wege die Beschäftigung mit trodner Systematik interessant zu gestalten...“ (Straßburger Zeitung.)

Natur-Paradoxe. Von Dr. C. Schäffer. 2. Aufl. Mit 82 Abbild. Geb. M. 3.—

„... Das Buch wird vor allem der Jugend Freude bereiten, die daraus ersehen kann, wie vielfältig die Naturgesetze, die die Schule lehrt, angewendet werden können...“ (Die Hefte.)

Der kleine Geometer. Von G. C. und W. H. Young. Deutsch von S. u. F. Bernstein. Mit 127 Abbildungen. Geb. M. 3.—

„... Mit Recht wird an der Darstellung die natürliche Frische, Klarheit und Anschaulichkeit des englischen Stils gerühmt.“ (Wissenschaftliche Beilage der Leipziger Zeitung.)

Mathematische Experimentiermappe für den geometrischen Anfangsunterricht. Von Professor Dr. G. Noodt. 9 Tafeln mit vorgezeichneten Figuren mathematischer Modelle, Werkzeug und Material zur Herstellung sowie erläuternder Leitfaden. Preis in Karton M. 4.—

„Die Herstellung von Modellen nach Noodts Anleitung wird Knaben und Mädchen nicht nur Freude bereiten, sondern auch die Schwierigkeiten aus dem Wege räumen, mit welchen der systematische Geometrieunterricht ohne Vorkurs stets zu kämpfen hat.“ (Zeitschrift für Jugendberziehung.)

Das Feuerzeug. Von Ch. M. Tidg. Nach dem englischen Original bearbeitet von P. Pfannenschmidt. Mit 40 Figuren. Geb. . . M. 2.—

„... Wer seinem oder einem anderen Kinde etwa auf der Klassenstufe Tertia und Sekunda Freude und Belehrung zugleich verschaffen will, der greife zu diesem bei schöner Ausstattung billigen Buche...“ (Zeitschrift für den deutschen Unterricht.)

Hinaus in die Ferne! Zwei Wanderfahrten deutscher Jungen erzählt von Dr. E. Neuendorff. In Leinwand geb. M. 3.20

„... Ich habe noch kein besseres Buch über staatsbürgerliche Erziehung der Jugend in Händen gehabt, als Neuendorffs Wandererzählungen...“ (Der Wanderer.)

Naturgeschichtliche Volksmärchen. Von Prof. Dr. Oskar Dähnhardt. 2 Bde. 3. Aufl. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim. Geb. je M. 2.40

„... Dabei leitet den Herausgeber bei seiner Auswahl ein feiner literarischer Geschmack, ein gesundes Urteil und reiche pädagogische Erfahrung...“ (Zeitschr. f. den deutschen Unterricht.)

Der Sternenhimmel

Anleitung zur Benützung des
Himmelsglobus aus Modellierneßen,
die Sterne durchzustechen und
von innen heraus zu betrachten

Don

Dr. Alois Höfler

o. ö. Professor an der Universität Wien

Dritte, verbesserte Auflage
(Zugleich als Beigabe zu des Verfassers
„Didaktik der Himmelskunde und
der astronomischen Geographie“.)



Druck und Verlag von B. G. Teubner · Leipzig · Berlin 1913

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

~~Neu herausgegeben Naturstudien~~ Mit Zeichn. v. O. Schminhrazheim



Copyright 1913 by B. G. Teubner in Leipzig

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Unser neues Lehrmittel, der transparente Himmelsglobus, stellt sich keine höhere Aufgabe als die, eine erste Anleitung zu gewähren für die verständnisvolle Betrachtung der Erscheinungen am Himmel selbst.

Die Grundlage für alle übrigen astronomischen Erkenntnisse bildet die Orientierung am Fixsternhimmel. Um eine solche zu erlangen, griff der Anfänger bisher entweder zu Sternkarten oder zu Sterngloben, letztere wie die Erdgloben massiv und undurchsichtig. Beiderlei Behelfe bieten aber dem am Himmel nicht bereits einigermaßen Bewanderten eigentümliche Schwierigkeiten bei ihrer Handhabung.

Die Sternkarten bilden die Himmelskugel auf einer ebenen Fläche ab, also unter unvermeidlicher Verzerrung der Größen- und Lagenverhältnisse; und auch hievon abgesehen fordern diejenigen Karten, welche nicht bloß sehr kleine Teile des Himmels, sondern alle bei uns sichtbaren Fixsterne auf einem Blatte zeigen, daß man dieses über seinen Kopf halte, wenn man einzelne Teile der Karte übereinstimmend mit den Teilen des Sternhimmels nach den Weltgegenden richtig orientiert sehen will. — Die undurchsichtigen Sterngloben hingegen sind zwar von dem ersten Mangel frei, an Stelle des zweiten aber besitzen sie einen noch störenderen: sie zeigen nämlich dem Beschauer ein solches Bild des Sternenhimmels, wie er es dann erblicken würde, wenn er, ebenso wie er selber außerhalb des Globus steht, auch von einem Standpunkte außerhalb der Sternenwelt (falls sie sich auf einer festen Kugel fände) in diese hineinschaute.

Unser Globus zeigt zunächst an seiner Außenseite ebenfalls diese verkehrte Anordnung der einzelnen Sternbilder und ihrer Teile; z. B. die vier Räder des Großen Wagens links, die Deichsel rechts, während bekanntlich das Sternbild selbst, wenn wir es etwa an einem Herbstabend gegen Norden gerade vor uns erblicken, die Deichsel links, die Räder rechts zeigt. Sobald wir nun aber, nachdem wir das Sternbild auf dem Globus aufgefunden haben, die einzelnen Sterne der Zeichnung durchstechen, den Globus gegen das Tages- oder Lampenlicht halten und durch den (den südlichen, bei uns niemals sichtbaren Zirkumpolarsternen entprechenden) offenen Teil des Globus in dessen Inneres blicken, sehen wir die Sterne hell auf dunklem Grunde ganz in derselben gegenseitigen Anordnung wie am dunklen Nachthimmel.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Abendklausur Naturstudien. Mit Zeichn. u. d. Schminkearbeit

IV

Vorwort

Daß sich junge Freunde der Natur, welche dazu Lust und Geschick haben, ihren Himmelsglobus selbst aus den Regen¹⁾ zusammenleben können (was nicht schwieriger ist, als z. B. das so beliebte Anfertigen von Kristallmodellen), wird ihnen ihrer Hände Werk um so lieber und vertrauter machen. Zur Anfertigung des Gestelles findet sich sodann gewiß ein der Laubjägeri kundiger Kamerad gern bereit.

Indem wir so auf die Kunstfertigkeit unserer jungen angehenden Astronomen zählen, wurde es möglich, ihnen das Lehrmittel zu einem Preise zugänglich zu machen, der weit unter dem aller Sternkarten, gefächerte Globen von gleicher Reichhaltigkeit der aufgenommenen Sterne (über 460) und Sternbilder steht.

Für solche, welche das Gestell oder Gestell und Globus fertig zu beziehen wünschen, wird außer der ersten, die Neze des Globus und das Laubsägemuster für das Gestell enthaltenden, eine zweite und dritte Ausgabe gegen einen entsprechenden höheren Betrag geliefert.

Die nachfolgende Anleitung zur Benützung des Globus beschränkt sich auf die Beschreibung derjenigen Tatsachen, welche den ersten Ausgangspunkt jedweder astronomischen Einsicht bilden: die sogenannten „sich einbaren“ (d. h. auf die Erde bezogenen) Bewegungen des Fixsternhimmels und der Sonne nebst einigen Andeutungen über die Bewegungen des Mondes und der mit freiem Auge sichtbaren Planeten. Es wurde in der Art der Darstellung überall angenommen, daß unser junger Freund noch nichts von Astronomie und mathematischer Geographie aus Büchern gelernt habe (weshalb auch die astronomischen Kunstausdrücke bis auf einige wenige vermieden worden sind). Dagegen zählen wir darauf, daß der Globus und die Anleitung zu seiner Benützung jedem, der sich ihrer bedienen will, eine kräftige Aufforderung sei, immer und immer wieder den Blick zum gestirnten Himmel selbst zu erheben.

Wird dieser Rat befolgt, so wird auch der Anfänger sich zu seiner freudigen Überraschung überzeugen, daß die „Sternkunde“ wenigstens für den Anfang gar keine so geheimnisvolle Kunst sei, als man gemeinlich denkt, sondern daß die Wissenschaft vom gestirnten Himmel, weit entfernt tote Gelehrsamkeit zu sein, vielmehr unter allen Naturwissenschaften durch die Schönheit und die erhabene Einfachheit ihres Gegenstandes dem natürlichen Sinne sich am leichtesten er-

1) Über die geometrischen Eigenschaften des Netzes (Begrenzung der Zweiteile durch Sinus-Kurven) vgl. den Aufsatz des Unterzeichneten: „Netz, Oberfläche und Kubinhalt des Zylindersfuges und der Kugel“, Zeitschrift für mathemat. und naturwissensch. Unterricht (herausgegeben von Hoffmann, Leipzig bei Teubner) XVIII. Jahrgang (1887), S. 1—26. Abgedruckt in der „Dibattist d. math. Unterrichts“, Teubner 1910, S. 293 ff.

schließt. — Erst wenn eine gewisse Vertrautheit mit dem Anblick, die der Sternenhimmel dem unbewaffneten Auge darbietet, bereits erworben ist, sollte man zu weiterer Belehrung nach Büchern greifen. Es seien hier aus der großen Menge vortrefflicher Schriften über die Anfangsgründe der Himmelskunde als besonders leicht faßlich und zur wirklichen Beobachtung anregend empfohlen: „Die elementaren Grundlagen der astronomischen Geographie“ von Dr. Adolf Jos. Pid (Wien, Klinckschmidt, 1883, 3. Auflage 1901) — und: „Beobachtungen, Fragen und Aufgaben aus dem Gebiete der elementaren astronomischen Geographie“ von Gustav Rujak (Wien, Hölder, 2. Auflage 1887).

Wer bereits alle auf unserem Globus dargestellten Sterne und Sternbilder kennt und seine Kenntnis einzelner Sterne und Sternnamen noch zu bereichern wünscht, wird sich hierzu mit besonderem Vergnügen des in größerem Maßstabe angelegten und schön ausgeführten Himmelsatlas von Friedrich Braun (Stuttgart, Wilh. Neumann) bedienen.

Herzlichen Dank sage ich nunmehr an dieser Stelle meinem werten Freunde und Mitarbeiter, Friedrich Kleindienst¹⁾, für den künstlerischen Geschmaç und die verständnisvolle Sorgfalt, welche er auf die Zeichnungen verwendet hat; diese wurden durchaus auf Grund mehrjähriger Vergleichen der Angaben größerer Karten- und Globenwerke (namentlich Littrows, Brauns Himmelsatlas, C. Adams großem Himmelsglobus) mit dem Anblide des gestirnten Himmels selbst, wie er sich dem unbewaffneten Auge darbietet, ausgeführt. — Durch gütigen Rat, Einsicht in die Korrekturen u. dgl., haben sich ferner die Herren Prof. Dr. Friedr. Umlauf, Dr. Adolf Jos. Pid, Prof. G. Rujak, Prof. Wollensack und Prof. Dr. S. Günther (München) um das Zustandekommen des Unternehmens verdient gemacht.

Der Verlagsbuchhandlung (1. Auflage bei J. F. Schreiber in Eßlingen) endlich gebührt für die freundliche Bereitwilligkeit, mit der sie auf den Gedanken des neuen Lehrmittels überhaupt eingegangen ist und für dessen hübsche Ausführung bei äußerst billigem Preise die Sorge getragen hat, der Dank sowohl des Herausgebers wie aller jener, die — so hoffe ich — unser bescheidenes Werk als einen Schlüssel handhaben werden, der ihnen die Vorhellen zur hehren Himmelskunde erschließt.

Wien 1888.

A. Höfler.

1) Dieser liebenswürdige Künstler und Lehrer ist bald nach dem Erscheinen des Himmelsglobus, an dem er jahrelang liebevoll mitgearbeitet hatte, in noch jungen Jahren gestorben.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

VI

Vorwort

Vorwort zur zweiten Auflage.

Diese zweite Auflage meines Himmelsglobus ist aus Anlaß des gleichzeitigen Erscheinens meiner „Didaktik der Himmelskunde und astronomischen Geographie“ (Band II der „Didaktischen Handbücher für den realistischen Unterricht“, bei B. G. Teubner), aus dem Verlag Schreiber (Eßlingen) in den Verlag B. G. Teubner (Leipzig) übergegangen. Ich danke sogleich hier diesem Verlag, daß er wie bei den Didaktischen Handbüchern, so nun auch beim Himmelsglobus auf meine Wünsche bezüglich vielfacher Verbesserungen dieses Lehrmittels bereitwillig eingegangen ist.

Besonderen Dank habe ich auch dem Herrn Astronomen Gid. Tr. Riegler der Wiener Urania zu sagen für die genaue und höchst sachkundige Revision des lithographierten Modellierneiges nach der ersten Ausgabe; sie ergab einige Verbesserungen, bestätigte aber im übrigen die große Sorgfalt, die der Zeichner der ersten Ausgabe, mein zu früh verstorbener Friedrich Kleindienst, auf dieses unser Werkchen verwendet hatte.

Die nachfolgende Anleitung sagt dem jungen Leser, der sonst in der Schule nur wenig oder keine Anleitung zu einer allerersten Himmelskunde empfangen hat, daß und wie ihn der — womöglich aus der eigenen Handfertigkeit hervorgegangene — Himmelsglobus zum wirklichen Himmel soll aufbliden lehren. Wie sich dann diese erste Bekanntschaft mit dem Fixsternhimmel einfügt in einen planmäßigen Lehrgang der ganzen Himmelskunde, soweit sie während der Jahre unserer Mittelschulen („höheren Schulen“) behandelt werden kann und soll, findet der selbst lehrende Leser dieses Heftchens ausführlich dargestellt in der eingangs genannten „Didaktik der Himmelskunde und astronomischen Geographie“.

Hier sind auch viele große und kleine Schriften zur Himmelskunde dem Lehrer und durch ihn manche auch dem Schüler empfohlen; so Franz Rusch, „Himmelsbeobachtung mit bloßem Auge für reife Schüler“ (B. G. Teubner, 1911).

Wien-Banreuth, Juli 1912.

A. Höfler.

„Was kann ich mittelst des Himmelsglobus lernen?“

I. Fixsterne und Sternbilder.

Erhebst du in einer klaren Nacht den Blick zum Himmelszelt, so mag es dir wohl recht schwierig erscheinen, dich in dem glitzernen Gewimmel von Sternen und Sternchen zurechtzufinden, die da dein Auge erfreuen und deinen Geist zu einem Gedanken an das Unendliche beflügeln.

„Wer zählt die Völker, nennt die Namen,
die gastlich hier zusammenkamen?“ . . .

Und doch — hast du nur zwei- oder dreimal versucht, dir wenigstens einzelne Teile des weltumspannenden Bildes von schier verwirrender Pracht und Mannigfaltigkeit einzuprägen, so fängt schon ein großes Gefeg sich dir zu enthüllen an, dem sie alle in erhabener Ruhe gehorchen, Mann für Mann des mächtigen Sternenheeres.

Dort oben siehst du sieben treue Genossen miteinander wandeln; kaum entsinnst du dich mehr der Zeit, als dir zum ersten Male dein Vater die freundliche Schar zeigte und dir erzählte, daß man das Siebengestirn den Großen Bären oder den Großen Wagen nenne. Seither hast du oft und oft, wenn dich die vielen tausend andern Lichtpunkten gleich Irrlichtern zu neiden schienen, zu jenen Sieben wie zu alten Freunden suchend emporgeblickt — und richtig, da sind sie noch immer beisammen: dort die vier, welche du als „Hinter- und Vorderräder des Wagens“ hättest nennen hören, dort die drei, welche die „Deichsel“ bilden. Still stehen will nun freilich der Wagen nicht: an Herbstabenden hast du ihn nahe dem Horizont, an Frühlingsabenden hoch über dir stehen sehen; und wartest du auch nur ein oder zwei Stunden, so merkst du bereits deutlich, daß er an einen andern Ort des Himmels gefahren ist. Aber allzusehr beeilt er sich doch nicht bei dieser Fahrt: denn er braucht fast vierundzwanzig Stunden (nur vier Minuten weniger), bis er an demselben Orte angelangt ist wie Tags zuvor. In welcher Bahn hat sich nun aber diese Fahrt vollzogen, in einer Geraden hin und zurück oder in einem Kreis? Noch ein wenig Geduld, das können wir erst wissen, wenn wir es uns nicht verdrießen lassen, eine ganze Nacht, ja ein ganzes Jahr lang die Fahrt im Himmelswagen mitzumachen — und wenn ich dir

auch jetzt verriete, daß die Fahrt im schönsten Kreise, ganz wie in einem „Ringelspiel“ von Statten geht, so überläßt du doch eine so beharrliche Beobachtung nächte-, jahrelang eintwellen noch den gelehrten Astronomen — dir möchten während einer so langen Fahrt im Himmelswagen, und wäre sie anfangs noch so lustig, gar bald die Augen zufallen.

Sürs erste wollen wir uns also nur über die Frage klar werden: Bilden die Sterne, die wir heute abend in einer Gruppe beisammenstehend fanden, auch noch eine Stunde später, auch morgen, übermorgen, in einem halben, einem ganzen Jahr, dieselbe Gruppe? Die Antwort lautet: Ja; mit Ausnahme weniger, die man Planeten und Kometen nennt und von denen wir später (S. 23), sprechen wollen. Weitaus die meisten Sterne behalten während aller Bewegungen, die sie am Himmel ausführen, ihre gegenseitige Lage bei; und daher haben sie den Namen *Sigsterne*.

Seit unvordenklichen Zeiten führen bestimmte Gruppen von Sigsternen, die *Sternbilder*, merkwürdige Namen, wie „Löwe, Jungfrau, Wage, Orion, Großer Hund, Kleiner Hund usw. Freilich bereiten gerade diese Namen demjenigen, der alle diese schönen Dinge leibhaftig an die Himmelsdecke in feurigen Zügen gemalt zu sehen hofft, eine kleine Enttäuschung. Denn nur in wenigen dieser Bilder finden wir etwas von der gehofften Ähnlichkeit; so im Großen und Kleinen Wagen, im Schwan, der mit ausgebreiteten Flügeln und weit vorgestrecktem Hals dahinfliegt, in der schön geschwungenen Krone mit ihrem glänzenden Edelstein (Gemma), im zierlichen Delfin — doch versuche es nur selbst, was alles dich deine Phantasie dort oben sehen läßt — wunderbare Dinge auf jeden Fall!

Wie die Sternbilder, so führen auch einzelne der Sigsterne selbst besondere Namen: so der leuchtendste von allen, Sirius, und noch etwa 20 andere „erster Größe“: Wega in der Leher, Kapella (Ziege) im Fuhrmann, Arkturus im Bootes, Aldebaran im Stier: dann solche „zweiter Größe“: der Polarstern, Deneb im Schwan, Gemma in der Krone usw.

„Aber wer lehrt mich nun alle die Sigsterne und Sternbilder kennen und nennen?“ — Dein Globus! — denn gerade das ist seine erste und wichtigste Aufgabe. — Fasse einmal eines jener Bilder dort oben recht fest ins Auge — sagen wir: den Großen Bären oder Wagen. Leicht findest du ihn dann auch auf dem Globus — hier die vier Räder, hier die Deichsel. Freilich die Räder linker, die Deichsel rechter Hand — während es am Himmel umgekehrt ist. Aber du siehst leicht ein: das kann und darf ja nicht anders sein, solange du

den Globus von außen betrachtest, während du dich beim Beschaun der wirklichen Himmelskugel innen, in ihrem Mittelpunkte befindest. Suchen wir also eben diesen Anblick auch am Globus zu gewinnen!

Sobald du dir eines der Sternbilder so, wie es am Himmel aussieht, gut eingepägt und dann seine Abbildung an der Außenseite des Globus aufgefunden hast, durchstichst du die einzelnen Sterne des Bildes und betrachtest nun dieses durch die offene untere Seite des Globus von innen heraus. So kannst du dir zu jeder Stunde des Tages den Anblick des Nachthimmels lebhaft ins Gedächtnis rufen, und sollte einer der Namen vergessen worden sein, so findet ihn ein Blick auf die Außenseite wieder auf. (Die Innenseite des Globus ist auf diese Art eine „Stimme“, die Außenseite eine „redende“ Karte des Sternenhimmels.)

Hast du dir so auch nur Aussehen und Namen einiger wenigen Sterne und Sternbilder gemerkt, so findest du immer weitere durch ein Verfahren, auf welches du wohl alsbald von selbst verfällst und das die Astronomen das „Alignement“ nennen. Denkst du dir nämlich z. B. durch die beiden Hinterräder des Großen Wagens eine Gerade gezogen und auf ihr die Entfernung jener beiden Sterne nach der einen Seite etwa fünfmal aufgetragen, so triffst du auf den Polarstern. Ebenso führt eine durch den „Gürtel des Orion“ gelegte Gerade zum Sirius. Der Polarstern wieder liegt ziemlich in der Mitte zwischen dem Großen Wagen (Bären) und dem Sternbilde „Kassiopeia“, von welchem fünf Sterne ein W bilden, bei dessen Anblick wir Deutsche an Wodans Namen denken mögen. Bald hast du so über den ganzen dir sichtbaren Himmel ein Netz gesponnen, in dem du das Gewimmel der Sterne so sicher einfängst wie der Fischer seine Beute — und bald bedarfst du auch des Netzes nicht mehr — alle die Irrelichter da oben sind dir so vertraut geworden wie die sieben Getreuen des Großen Wagens. Freilich sind auf dem Globus nur die für das freie Auge auffallendsten, nämlich die Sterne erster, zweiter, dritter, vierter und einige fünfter Größe, alles in allem an 460 Sitzsterne eigens verzeichnet, während die Astronomen noch solche bis zur vierzehnten und fünfzehnten Größe unterscheiden und so bis an 20 Millionen Sterne zählen. Immerhin aber zeigt auch schon unser Globus von dieser unermesslichen Mannigfaltigkeit noch einige andere, für das geübtere freie Auge ziemlich leicht erkennbare Himmelslichter, welche ebenfalls zur Sitzsternwelt gehören: so vor allem die „Milchstraße“, sodann von „Nebeln“ den im Orion und in der Andromeda, von „Sternhäufen“ die „Krippe“ im Krebs.

Für die Benutzung des Globus mögen, was das Durchstechen der Sterne betrifft, insbesondere noch folgende zwei Ratschläge

befolgt werden: Erstens, daß es recht sorgsam, ohne Ungebuld, geschehe; am besten zuerst mit einer recht spitzen Nadel, welche genau den Mittelpunkt des Sternes trifft, worauf nun erst bei den Sternen dritter, zweiter und erster Größe mittelst eines dickeren Stiftes das Loch bis zu derjenigen Größe erweitert wird, welche die weißen Scheibchen auf dem Täfelchen der Sterngrößen (an dem Zweieleck „April“) angeben. Am besten wird es sein, wenn du für jede der fünf Sterngrößen eine besondere Nadel verwendest, von der du dich durch Ausprobieren überzeugt hast, daß sie genau die richtige Dide besitzt. — Zweitens: Stich jedesmal nur diejenigen Sterne, welche du wirklich schon am Himmel aufgefunden hast. Die am Globus noch unberührten werden dir dann eine Mahnung sein, in welche Gegenden des Himmels du bei der nächsten günstigen Gelegenheit deinen Blick zu wenden hast. Freilich wirst du da deine Neugierde bei manchen Sternen länger, als du meintest, bezähmen müssen — denn erst im Laufe eines Jahres sind sie der Reihe nach alle am Abendhimmel aufgetaucht. Hierüber wollen wir sogleich Näheres hören.

II. Bewegungen des Fixsternhimmels während eines Tages und eines Jahres.

Während aller Entdeckungsreisen, die du bisher am Fixsternhimmel unternommen hast und bei denen dir als Wegweiser der Globus diente, mochtest du diesen so handhaben, wie es dir gerade bequem war: du wirst ihn frei in der Hand gehalten und jedesmal so lange gewendet und gedreht haben, bis die Sterne auf dem Globus beiläufig die gleiche Lage hatten wie die am Himmel. Wie nun aber zwar allenfalls dem Spaziergänger seine Magnetnadel auch dann genau genug den Weg zeigt, wenn er sie nur frei in der Hand hält, wogegen dem kundigen Steuermann die Nadel erst dann die rechten Dienste tut, wenn sie mit einer genauen Kreisteilung („Windrose“) zu einem Ganzen, dem „Kompaß“, verbunden ist, so wollen auch wir unsern Globus, wenn wir uns auf ihm nur erst einmal vorläufig zurecht gefunden haben, fortan zusammen mit dem Gestell verwenden. — Was uns dieses nützt? — Wir wollen es uns durch die Sterne selber nach und nach sagen lassen.

Hast du deine Beobachtungen am Himmel auch nur wenige Monate fortgesetzt, so fällt es dir auf, daß jetzt zur selben Stunde des Abends das Fixsterngewölbe einen wesentlich andern Anblick darbietet als zu Anfang jener Zeit. Sterne und Sternbilder, die du damals in der Westgegend erblickt hattest, sind jetzt unsichtbar geworden, bereits „untergegangen“ — ähnlich wie die Sonne täglich in der West-

gend untergeht. Dagegen sind in der Ostgegend neue Gestirne aufgetaucht — solche, auf deren Ausgang du vorher bis spät in die Nacht hättest warten müssen.

Sooft du nun bisher diese Änderungen der Stellung des Fixsternhimmels mittelst des Globus nachzuahmen suchtest, hast du jederzeit, gleichviel in welcher Jahreszeit und zu welcher Stunde des Abends oder der Nacht, den Globus so halten müssen, daß seine Mittellinie (die Verbindungslinie der Mitte der unteren Öffnung und der Mitte des Deckplättchens) die Richtung der Weltachse hatte. Mit diesem Namen bezeichnen die Astronomen eine gerade Linie, die sie sich vom Mittelpunkt der Erde zu einem bestimmten Punkt des Himmels, dem Himmels-Nordpol, gezogen denken. Du kennst Pol und Achse (solange es nicht auf volle Genauigkeit ankommt) leicht finden, wenn du dir von deinem Standorte zum Polarstern, den du ja bereits zu finden weißt (S. 13), eine Gerade ziehst.

Welt-Achse“ heißt jene Linie deshalb, weil sich um sie Tag für Tag und Jahr für Jahr der gesamte Fixsternhimmel dreht. Die Drehung erfolgt in demselben Drehungssinn wie der tägliche Umlauf der Sonne: von Ost über Süd nach West. (Aufgehen in der Ostgegend, Untergehen in der Westgegend.)

Aber während die Sonne zu einem Umlauf volle 24 Stunden braucht, beeilen sich die Fixsterne ein wenig mehr: Der Fixsternhimmel vollendet seinen täglichen Umlauf schon in 4 Minuten weniger als 24 Stunden.

Vielles wird dir mit einem Male klar, wenn du nur diese einfache Wahrheit erfaßt hast. — Gesezt, du hättest dir gestern gerade noch vor dem Schlafengehen, punkt 9 Uhr, die Stellung einiger Sterne so genau als möglich eingeprägt. Heute mußt du dann 4 Minuten vor 9 Uhr Nachschau halten, um genau den Anblick von gestern wieder zu haben. Nun merkt man zwar einen solchen Unterschied von 4 Minuten noch kaum, solange man sich nicht besonderer Vorrichtungen bedient; es sei denn, daß einer der ins Auge gefaßten Sterne gestern etwa gerade im Begriffe gewesen war, hinter einem fernen Bergrücken oder vielleicht hinter dem Firn des gegenüberliegenden Hauses unterzugehen. Indes beträgt nach zwei Tagen der Unterschied doch schon 8, nach drei Tagen 12, nach 15 Tagen 60 Minuten, also eine volle Stunde, nach einem Monat 2 Stunden, nach 12 Monaten vierundzwanzig Stunden.

Was heißt das? Es heißt, daß binnen einem Jahr der Fixsternhimmel um einmal öfter die Erde umkreist, als die Sonne sie umkreist: während nämlich die Sonne 365 mal auf- und unterging, hat sich der Fixsternhimmel 366 mal um die Weltachse

gedreht; oder: 365 „Sonnentage“ sind gleich 366 „Stern-
tagen“¹⁾.)

Diese tägliche und jährliche Umdrehung nun erlaubt uns
den Globus aufs getreueste nachzuahmen, sobald wir ihn zusammen
mit dem Gestell verwenden.

Zu diesem Zwecke aber muß vor allem das Gestell für sich (ohne
Globus selbst richtig aufgestellt sein.²⁾ Hierzu gehört, daß es
1. auf einem wagrechten Brette (z. B. dem Fensterbrett, dem Gar-
tentische) stehe, wobei dann auch der Horizonttring wagrecht ist.
Und zwar müssen 2. die auf dem Horizonttring ersichtlichen Haupt-
richtungen des Horizontes

N-S (Nord-Süd) und O-W (Ost-West)

die den „Weltgegenden“ für deinen Wohnort entsprechenden
Lagen haben.³⁾ — Dann steht bereits von selbst auch die gegen den
Horizonttring geneigte Stundenscheibe richtig, nämlich winkeltrecht
zur Weltachse — was wir auch so ausdrücken können: Das Ge-
stell steht dann und nur dann richtig, wenn der wirkliche Polarstern
seine Strahlen unter rechten Winkeln auf die Stundenscheibe her-
niedersendet. — Ist diese Aufstellung einmal gelungen, so merken
wir uns auf dem Fensterbrette oder von wo aus wir sonst unsere Be-
obachtungen fernerhin anzustellen gedenken, die gefundenen Rich-
tungen ein für allemal an: denn dieselbe Aufstellung des
Gestelles gilt für alle Stunden des Tages und Jahres.

Und nun setzen wir den Globus ins Gestell. Wie? — das
werden am leichtesten folgende Beispiele zeigen, für welche wir (um
Verwechslungen zwischen den Stunden vor und nach Mittag zu ver-
hüten) übereinkommen wollen, z. B. statt „sechs Uhr abends“ zu

1) Genauer: $365\frac{1}{4}$ Sonnentage = $366\frac{1}{4}$ Sterntagen; noch ge-
nauer: 365.242255 Sonnentage = 366.242255 Sterntagen.

2) Wie seine vier Teile — die beiden Träger, der Horizonttring
und die Stundenscheibe — ineinander zu stecken sind (nicht zu leimen,
wegen etwaigen Transportes!), zeigt die Lage der Einschnitte; zu-
erst steckt man die beiden Träger ineinander, schiebt dann die Stundens-
scheibe ein und setzt zuletzt den Horizonttring auf die Zapfen der
Träger. — Siehe die genaue Anleitung auf dem Laubfägemuster zum
Gestell.

3) Sicherlich weißt du seit langem für dein Wohn-, dein Schul-
zimmer, den Garten und überhaupt für beliebige Punkte der Um-
gebung deines Wohnortes die „vier Weltgegenden“ (besser „die
Hauptrichtungen des Horizontes“) ziemlich genau anzu-
geben. — Wie lehrt dich ganz genau bei Tag die Sonne, bei Nacht
der Fixsternhimmel die Richtung Nord-Süd (die Lage der
Mittagslinie oder der Meridianslinie finden? Wie leistet das
nämliche ein Kompaß?

sagen: „achtzehn Uhr“ und zu schreiben: XVIII^h — nämlich 18 Stunden nach Mitternacht. Nach dieser Bezeichnung, welche sich auch am Rande der Stundenscheibe findet, heißt also XIX^h soviel als 7 Uhr abends, VI^h soviel als 6 Uhr morgens, XXIV^h soviel als Mitternacht. — Wenden wir dies sogleich an auf ein

Erstes Beispiel: Welchen Anblick gewährt der Fixsternhimmel am 1. Januar um 6 Uhr abends? — Wir setzen die offene Seite des Globus so auf die Stundenscheibe, daß der Strich des am Rande des Globus angebrachten Zeichens: „1. | Januar“ auf den Teilstrich XVIII^h der Gradeinteilung auf der Stundenscheibe weist. — Was sich nun von unserem Globus oberhalb des Horizontringes befindet, das zeigt genau den Anblick der zu jener Stunde sichtbaren Himmelshalbkugel. — Eben ist im Osten das herrliche Sternbild Orion aufgegangen — der blinkende Sirius aber wird ihm erst etwas später folgen. Gerade über unserem Scheitel (im „Zenit“) leuchtet das W der Kassiopeia — wer die feurigen Züge lieber nach Wodans Namen deutet, mag das wilde Heer über sein Haupt dahinsausen sehen. — Im Nordwesten geht soeben die Krone unter. Beinahe im Norden, aber schon über seine tiefste Stellung hinaus, schiebt sich der Große Wagen an, gegen Osten bergan zu fahren — doch genug, du zweifelst schon nach den wenigen Vergleichen nicht mehr, daß sich am Globus und am Himmel alles in schönster Übereinstimmung findet.

Zweites Beispiel: 1. Februar, XVIII^h. — Wir drehen den Globus um so viel an der Stundenscheibe weiter, daß jetzt das Zeichen „1. | Februar“ auf XVIII^h weist. Nun hat sich Orion schon weiter über den Horizont gehoben und gegen Süden bewegt, Sirius ist ihm gefolgt, der Schwan will im Südwesten untertauchen. Thront Kassiopeia noch über unseren Häuptern?

Drittes Beispiel: Noch einmal 1. Januar, aber statt 6 Uhr jetzt 8 Uhr abends. Du stellst das Zeichen „1. | Januar“ auf XX^h. Und siehe, wir haben keinen anderen Anblick als den im zweiten Beispiel geschilderten. Ist es Zufall? Offenbar nein — denn:

Wir haben bereits (S. 5) gehört, daß für die Umdrehung des Himmels ein Monat so viel zählt wie zwei Stunden. Beachten wir also, daß einem Zeitunterschiede von je 2 Stunden an der Teilung der Stundenscheibe 30 Bogengrade entsprechen, so prägen wir uns leicht ein, daß einander entsprechen

1 Monat . . .	2 Stunden . . .	30 Bogengrade,
2 Wochen . . .	1 Stunde . . .	15 „
1 Tag	4 Minuten . . .	1 Bogengrad. ¹⁾

1) Da diese Zahlen nur annähernd gelten, so wirst du dich auch nicht wundern, wenn bei der Ausführung der oben geschilderten Vergleichen mancherlei kleinere und größere Ungleichheiten zutage treten. Diese ganz genau zu beschreiben und zu erklären, müssen wir aber den gelehrten Astronomen überlassen.

Wir suchen diese Regel zu erproben in einem

Vierten Beispiel: 1. März, 6 Uhr abends — doch da um diese Zeit die Abenddämmerung noch kaum so weit verglommen ist, daß wir die Sterne bis auf wenige der hellsten deutlich sehen könnten, versuchen wir es mit einem

Fünften und sechsten Beispiel: 1. März, 8 Uhr, 9 Uhr abends (XXI^h)? Wieder stimmt der Anblick des Himmels mit dem nach Anleitung der drei ersten Beispiele eingestellten Globus. Lassen uns aber die bisherigen Anweisungen nicht im Stich in folgendem

Stebenten Beispiel: 21. März, 9 Uhr abends? Ein Zeichen für den „21. März“ findet sich am Rande des Globus nicht; wie sollen wir ihn also einstellen? Wir haben hierfür die Wahl zwischen zwei Gedanken: Entweder wir schließen: das Zeichen für „21. März“ müßte zu stehen kommen zwischen dem Zeichen für „1. März“ und „1. April“ — näher diesem als jenem. In der That entspricht der untere Endpunkt jener Kante, in welcher das mit „März“ und das mit „April“ bezeichnete Kugelzweieck aneinander stoßen, dem 21. März; und jenen Punkt also stellen wir auf XXI^h ein. Oder wir schließen: Da je einem Tage ein Vorschreiten der Himmelkugel um einen Bogengrad der Stundenscheibe entspricht, so stellen wir zuerst das Zeichen: 1. | März auf XXI^h, d. i. auf 315°, drehen aber dann den Globus noch um 21° weiter, so daß das Zeichen 1. | März auf 315° + 21°, d. i. auf 336° zu stehen kommt.

Achtes und neuntes Beispiel: 21. März, 6 Uhr morgens und 23. September, 6 Uhr abends. Warum zeigt uns der Globus für beide Zeitpunkte dieselbe Stellung? Ebenso gewährt überhaupt der Fixsternhimmel nach je einem halben Jahr plus einem halben Tag denselben Anblick wie vor dieser Zeit: Warum? — Das zeigt uns der Globus, ohne daß wir ihn, sobald wir ihm was immer für eine Lage im Gestell gegeben haben, auch nur weiter zu rücken brauchen. Er sei z. B. eingestellt für 21. März, VI^h, d. h. 6 Uhr morgens. Sehen wir dann nach, auf welchem Teilstrich des Stundenkreises die Stelle am Rande des Globus, die dem 23. September entspricht (es ist die Stelle, welche von der für den 21. März gerade um sechs Kugelzweiecke absteht), zu stehen kommt, so finden wir XVII^h, also 6 Uhr abends.

Aber warum zeigt uns der Globus das — warum folgen an seinem Rande die Monatsnamen gerade in dieser, warum nicht in der entgegengesetzten Reihe? Überhaupt: Was hat der Fixsternhimmel mit den Monaten, den Jahreszeiten zu tun? — Das scheint eine Kette neuer Fragen — aber genau befehen haben wir in dem, was wir bisher gelernt, auch schon die Antworten zur Hand. Der nächste Abschnitt soll unsern bisherigen Erwerb von dieser neuen Seite zeigen.

III. Die jährliche Bewegung der Sonne im Tierkreise (in der Ekliptik).

Was wird aus den Fixsternen am sonnenhellen Tag?

Bist du einmal recht zeitig, noch einige Stunden früher als die Sonne selbst, aufgestanden — nehmen wir an, es sei am 21. März¹⁾ um 4 Uhr morgens geschehen — so hast du die Sterne so hell am Himmel blinken sehen wie sonst zur gewohnten Abendzeit. — In jenen Frühstunden dieses Frühlingstages neigen sich Kastor und Pollux in den Zwillingen, Regulus im Löwen dem Untergange in der Westgegend zu. Die Sternchen im Krebs, bei günstigerem Stande zwischen jenen hellen Gestirnen sichtbar, sind in dem Dunste, der die tiefsten Stellen auch eines sonst klaren Firmaments verhüllt, schon ununterscheidbar geworden. Dafür leuchtet Spica in der Jungfrau von Südwesten her, beinahe über dem Südpunkte Antares im Skorpion, zwischen beiden Sternen erster Größe die minder hellen der Wage; im Südosten lugt der Schühe über den Horizont. — Wo finden wir um diese Zeit den Großen Bären, Kassiopeia, Schwan, Leier, Krone? (Dein Globus sagt dir das alles leicht!)

Während wir noch unsere alten Freunde zur ungewohnten Stunde begrüßen und vielleicht, falls unser Blick für die Wandlungen am Fixsternhimmel bereits geschärft ist, soeben beobachten, wie auch jetzt im Westen ein Gestirn ums andere versinkt und von Osten her immer neue Scharen wie zum Ersatz nachrücken, fesselt unser Schauen der immer hellere Schein, der in der Ostgegend das Nahen der Tagesgöttin Sonne ankündigt und den Glanz ihrer Vorläufer mehr und mehr verblassen macht. Und wenn nun der erste Strahl des jungen Tages im Osten aufblitzt und der Sonnenball sich majestätisch über den fernen Horizont erhebt — da müssen es uns die Sterne verzeihen, wenn wir ihrer wie unser selbst eine Weile vergessen im glorreichen Anblicke des Tagesgestirns.

Aber schon verträgt unser Auge die eindringenden Lichtstrahlen nicht mehr — geblendet bergen wir den Blick. Die kurze Nacht, welche die schützende Hand um unser Auge breitet, läßt uns erst wieder an die Sterne denken, die uns noch jüngst durch ihr mildes Licht erfreut hatten. Wo sind sie? Gewiß noch am Himmel — nur daß gegenüber der Fülle des Sonnenlichtes, das von allen Seiten des Firmamentes auf uns einströmt, das bescheidenere Licht, welches

1) Freilich wird man an diesem Tage des „Frühlingsanfanges“ schwerlich schon Lust zu Morgenpaziergängen haben. Warum wir dennoch für die weiteren Erklärungen gerade diesen Tag als Ausgangspunkt wählen, wird bald erhellen.

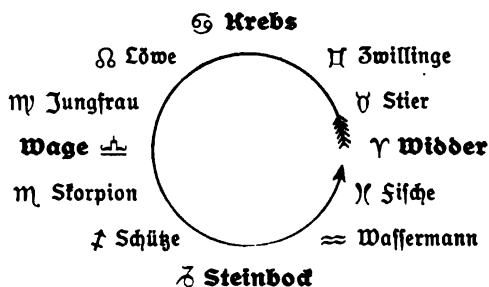
jene auch jetzt, so gut wie nachts, ausstrahlen, von uns gänzlich unbemerkt bleibt. Es ist, wie wenn ein Reicher die kleine Gabe, welche den Armen froh machen könnte, verächtlich übersteht.

Also: Der Tageshimmel ist in der Tat nicht minder reich übersät mit leuchtenden Sternen als der Nachthimmel. Wird es aber möglich sein, zu erfahren, wo jeder einzelne Fixstern zu jeder Stunde des Tages sich aufhält, nachdem uns das Auge im Stiche gelassen hat? — Da wir ihre Orte nicht sehen können, werden wir sie erschließen müssen — und die letzte Regel des vorigen Abschnittes löst mit Leichtigkeit die scheinbar so schwierige Aufgabe. Nach je einem halben Jahre plus einem halben Tag hat der Fixsternhimmel die nämliche Stellung wie vor dieser Zeit — so sahen und hörten wir (S. 8). Wissen wir also aus der unmittelbaren Beobachtung, wie z. B. der Himmel am 23. September um Mitternacht, um 1, 2 . . Uhr morgens, ausgesehen hat, so wissen wir auch, wie er am 21. März zu Mittag um 1, 2 . . Uhr nachmittags ausgesehen würde, wenn plötzlich das Sonnenlicht erbleichte.

Haben wir diese Regel verstanden und sie mittelst des Globus recht wohl eingeübt, so sind wir für folgende Hauptfrage der ganzen Himmelskunde gerüstet:

In der Nähe welcher Fixsterne hält sich die Sonne an jedem Tage, zu jeder Stunde des Jahres auf?

Die Antwort liegt in jenen zwölf Namen, die du sicherlich schon oft hast nennen hören und deren Zeichen du im Kalender in immer wiederkehrender Reihe angeführt findest. Nur zu oft haben die Namen und Zeichen allerlei wüsten Aberglauben erweckt, und auch deine Neugier hat der Anblick der geheimnisvollen Runen schon gereizt. Es sind die zwölf Zeichen des „Tierkreises“. Du magst dir ihre Namen gut einprägen nach der folgenden Zusammenstellung:



oder nach den alten Gedächtnisversen:

Sunt aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo,
libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.

Etwas viel Besseres als diese einstweilen leeren Namen aber wirst du haben, wenn du diese Namen auf dem Globus aufsuchst. Wir haben ja bereits oben sieben der zwölf Namen, nämlich folgende:

Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Skorpion, Schütze, als Namen von Sternbildern genannt, die vor dem Sonnenaufgang am 21. März den Morgenhimmel schmücken. Sie bilden, wie wir, einmal auf sie besonders aufmerksam gemacht, sofort sehen, eine in der angeführten Folge von West über Süd gegen Ost sich hinziehende Reihe. Verfolgen wir diese noch weiter, so schließen sich an: Steinbock, Wassermann, Fische und dann Widder, Stier ... die Reihe hat sich also bereits zum Gürtel zusammengeschlossen. Durch den Gürtel dieser Sternbilder hindurch läuft nun überdies am Globus, schief über die einzelnen Kugelweide hin, eine Linie, die dir natürlich schon längst aufgefallen ist, ohne daß du ihre Bedeutung zu erraten vermochtest. Sehen wir sie etwas näher an. Auf dem Vlies des Widders lesen wir ihren Namen: „Elliptik“. Sie geht hindurch zwischen den Plejaden und der römischen V des Stieres, vorbei an den Zwillingen Kastor und Pollux, ganz nahe vorbei an dem merkwürdigen Sternhaufen genannt „Krippe“ im Krebs, dann fast genau durch den Regulus im Löwen, ganz wenig entfernt von Spica in der Jungfrau — und so fort. Diese leuchtenden Anhaltspunkte mögen dir behilflich sein, die „Elliptik“ an der wirklichen Himmelskugel mit geistigem Auge wenigstens annähernd so deutlich zu erschauen als mit dem leiblichen Auge an dem Globus. Weiter bemerken wir am Globus, daß dieser ganze Kreis der Elliptik in zwölf gleiche Teile (also Kreisbogen von je 30°) eingeteilt ist. An den Teilungspunkten finden sich die bereits oben angeführten Bezeichnungen angemerkt

γ ϑ Π \odot Ω \mathfrak{M} \triangle \mathfrak{M} ζ $\tilde{\omega}$ \approx χ ,

und die Astronomen nennen das ganze Stück der Elliptik von γ bis ϑ „das Zeichen des Widders“; das Stück von ϑ bis Π „das Zeichen des Stieres“ uß.¹⁾ jedes dieser zwölf Stücke der Ellip-

1) Warum freilich dasjenige Tierzeichen, welches zum größeren Teile im Sternbilde der Fische liegt, das Zeichen des Widders heißt und ebenso jedes Tierzeichen um beiläufig seine eigene Länge gegen das gleichnamige Sternbild verschoben ist — das zu begründen müssen wir wieder den Astronomen überlassen. Vielleicht wunderst du dich weniger über diese vermeintliche Ungenauigkeit, wenn du hörst, daß vor 2000 Jahren, als jene Zeichen festgestellt wurden, wirklich Tierzeichen und Sternbild sich deckten.

tik heißt ein „Tierzeichen“ und die ganze Elliptik selbst auch der „Tierkreis“.

Und welches ist nun die Bedeutung der Elliptik? — Die, daß die Punkte der Elliptik diejenigen Stellen des Fixsternhimmels sind, bei welchen sich die Sonne in den verschiedenen Zeitpunkten eines Jahres aufhält; oder kürzer: Die Elliptik ist die Bahn der Sonne am Fixsternhimmel.

Die Sonne durchläuft diese ganze Bahn im Laufe eines Jahres, und zwar in der Richtung West über Süd nach Ost — also entgegengesetzt jener Richtung, in der wir täglich die Sonne wie die Fixsterne sich bewegen sehen.

Das alles mag dir beim ersten Male hören wohl recht schwierig zu begreifen scheinen: „Die Sonne, die ich täglich morgens im Osten aufgehen, mittags in der Südgegend stehen, abends im Westen untergehen sehe — die sich also täglich von Ost (über Süd) gegen West bewegt, soll sich zugleich jährlich in entgegengesetztem Sinne, von West (über Süd) nach Ost bewegen? Das kann ich mir all mein Lebtag nicht vorstellen!“ Gemach, wir wollen auch das verstehen lernen — und am Ende sehen wir wohl gar ein, daß wir im Grunde nicht einmal etwas Neues gelernt, sondern nur das im II. Abschnitt Erkannte von einer neuen Seite her erfaßt haben.

Also vor allem: Bei welchen Fixsternen hält sich die Sonne an 21. März auf? Die Astronomen sagen: Die Sonne tritt am 21. März in das Zeichen des Widlers. Müssen wir ihnen das bloß glauben, oder können wir uns bereits selbst davon überzeugen? — Erinnern wir uns, daß, als wir uns am 21. März um 4 Uhr früh zur Beobachtung der Sterne einfanden, wir gerade noch zwei Stunden, bis 6 Uhr, auf den Aufgang der Sonne haben warten müssen; weiß doch jeder, daß an diesem Tage die Frühlings-Tag- und Nachtgleiche ist, da die Sonne um 6 Uhr früh auf- und um 6 Uhr abends untergeht, so daß Tag wie Nacht 12 Stunden dauern. Erinnern wir uns ferner an den Anblick des Sternenhimmels um jene Zeit, zwei Stunden vor Sonnenaufgang, und stellen wir den Globus für jenen Zeitpunkt 21. März IV^h (4 Uhr früh), ein, so sehen wir, daß wirklich der Punkt der Elliptik, welcher mit γ bezeichnet ist, noch unter dem Horizonte lag. Stellen wir dagegen den Globus ein auf „21. März, VI^h“, so kommt der Punkt γ genau in denjenigen Punkt des Horizontringes zu liegen, welcher mit „Ost“ bezeichnet ist.

Und wie bewegt sich nun die Sonne samt dem Fixsternhimmel den ganzen Tag über, von 6 Uhr früh bis 6 Uhr abends? — Wollen wir dies ganz augenfällig mittelst des Globus zeigen, so stecken wir an den Punkt γ der Elliptik einen Hefnagel (Reißnagel), dessen gelb-

glänzendes Scheibchen uns recht gut die Sonne darstellen kann. Drehen wir nun den Globus allmählich auf VII^h, VIII^h . . , XII^h, XIII^h . . , XVII^h, XVIII^h, so ahmt die Bewegung unseres künstlichen Sonnenscheibchens aufs getreulichste die Bewegung nach, die wir die wirkliche Sonne am ersten Frühlingstage ausführen sehen. — Wo steht sie mittags? Etwa im Zenith? Wer dies glaubt, muß sich wenig um den Anblick der wirklichen Sonne gekümmert haben. Nein, sie sendet uns ja bekanntlich durch ein gegen Süden gelegenes Zimmer auch Punkt 12 Uhr mittags am 21. März noch immer ziemlich schräge Strahlen durchs Fenster, wenn auch schon beträchtlich steilere, also auch wärmendere, als zur Zeit der Winter-Sonnenwende, am 22. Dezember. Der Winkel zwischen den Strahlen und dem wagrechten Zimmerboden ist am Mittag des 21. März (nicht etwa 90°, sondern nur) 40°, wie wir auch am Globus an demjenigen Zweieckrand, der von dem Sonnenscheibchen bis zum untern Rand des Globus führt, unmittelbar ablesen können¹⁾.

Und wie bewegt sich die Sonne um einen Monat später, am 21. April? — Wir stecken den Heftnagel an die Stelle (V) der Ekliptik und drehen den Globus an der Stundenscheibe in der Richtung Ost—Süd—West. Dann sehen wir unsere kleine „Sonne“ wieder in der Ostgegend aufgehen, aber nicht mehr genau im Ostpunkt, sondern ein Stück weiter gegen Norden — um wieviel Bogengrade des Horizonttringes vom Punkte 270° entfernt? Und nicht erst um 6 Uhr morgens geht sie auf, sondern fast eine Stunde früher (wie zeigt uns das die Stundenscheibe?). Wo, um wieviel Uhr geht die Sonne an diesem Tage unter? Und am Mittag fallen die Strahlen der Sonne nicht mehr unter einem Winkel von 40°, sondern unter einem von beinahe 40° + 12° = 52° ein.

Bis 21. Mai ist dann die Sonne zum Zeichen (II) der Ekliptik gerückt und am 21. Juni in das Zeichen (♋) des Krebses.

Bringen wir den Heftnagel an dieser Stelle an und lassen mit

1) Dies gilt genau für Orte „unter 50° nördlicher Breite“. Nur für solche zeigt der Globus genau den Höhestand der Sonne und der übrigen Gestirne, also auch des Polarsternes und des Himmels-Nordpols. Aber auch für Orte, welche um einige Grade mehr südlich oder nördlich liegen, sind die Unterschiede keineswegs so auffallend, daß sie stören würden. Vielleicht machte dich gerade die Beachtung solcher Unterschiede erst recht auf die gar lehrreiche Frage aufmerksam, wie man durch Beobachtung der Standhöhe der Gestirne erfahren könne, unter welcher „geographischen Breite“ man sich befinde? (Vgl. Pid, Astronomische Geographie, S. 100—104.)

ihm den Globus sich drehen, so beschreibt er vor unseren Augen eine Linie, deren Lage am Globus selbst bezeichnet und Wendekreiss des Krebses benannt ist. Ähnlich war die Bahn der Sonne am 21. März der Himmelsäquator¹⁾ gewesen und wird es auch wieder am 23. September sein, am 22. Dezember aber der Wendekreiss des Steinbockes — noch ein Vierteljahr zugewartet, und die Sonne führt wieder am 21. März dieselben Bewegungen aus wie vor Jahresfrist.

Versteht du nun, was es heißt: Die Sonne durchläuft in einem Jahre die Elliptik in der Richtung West-Süd-Ost? — Wir sagten aber, diese wichtige Wahrheit sei uns im Grunde nicht einmal neu! Erinnern wir uns, daß wir schon im II. Abschnitt (S. 5) feststellten, wie binnen einem Jahr der Fixsternhimmel um einmal öfter die Erde umkreist, als die Sonne sie umkreist: und das heißt doch wieder nur ebensoviel wie: die Sonne macht jährlich einen Umkreis weniger als die Fixsterne, oder: die Sonne bleibt täglich um 4 Minuten hinter den Fixsternen zurück, oder: sie bewegt sich täglich um beiläufig 1° in der Richtung von West über Süd gegen Ost. Eben dies aber ist ihre Bewegung in der Elliptik; diese beträgt täglich 1° , also in 30 Tagen 30° — d. h.

1) Er spielt dieselbe Rolle am Fixsternhimmel wie der Erdäquator auf der Erde — alle seine Punkte stehen von den Himmelspolen gleich weit, um 90° ab, er teilt also die Himmelstugel in zwei gleiche Teile (woher auch der Name „Äquator“, d. h. Gleicher) uff. — Wie man nun bekanntlich am Erdglobus längs des Äquators die Längengrade und nördlich und südlich von ihm die Breitengrade zählt, so zählen die Astronomen am Himmelsglobus längs des Äquators die gerade Aufsteigung (Rektaszension AR) und von ihm aus gegen die Himmelspole hin die nördliche und südliche Abweichung (Deklination $+D, -D$) und bestimmen so die Lage jedes Gestirnes. 3. B. Regulus hat die gerade Aufsteigung 150° , die nördliche Abweichung 12° . Sirius AR = 98° , D = -15° .

Die Sonne selbst hat

am 21. März!	AR = 0° , D = 0°
„ 21. Juni	AR = 90° , D = $+23\frac{1}{2}^\circ$
„ 23. September	AR = 180° , D = 0°
„ 22. Dezember	AR = 270° , D = $-23\frac{1}{2}^\circ$

In größeren Kalendern ist die Rektaszension und Deklination der Sonne für jeden Tag des Jahres angegeben und in manchen Kalendern auch die des Mondes und der Planeten. Desgleichen pflegen die Astronomen die Lage jedes Gestirnes, 3. B. die eines neu aufgetauchten Kometen so anzugeben, was offenbar bequemer und genauer ist, als zu sagen: dieses Gestirn steht in der Nähe dieses und dieses Sternes im Stier, im Bootes uff. — Die Gradteilung unseres Globus gibt an dem Äquator die AR von Grad zu Grad, an vier der Zweieckränder die D von je 10° zu 10° .

die ganze Länge eines „Tierzeichens“, z. B. von \cap bis γ bis δ , in den nächsten 30 Tagen von γ bis δ , dann von δ bis ϵ uff.

Nur das hatten wir im II. Abschnitt noch nicht so beachtet, wie jetzt im III., daß die Sonne nicht nur gegen die Fixsterne von Tag zu Tag mehr zurückbleibt, sondern sich auch vom 21. März bis zum 21. Juni dem Himmels-Nordpol immer mehr nähert und sich von ihm bis zum 23. September immer mehr entfernt, und noch weiter bis zum 22. Dezember, und von da an wieder sich ihm mehr nähert¹⁾ usw. Ein Blick auf die Lage, welche die Ekliptik gegenüber dem Himmelsäquator einnimmt, läßt uns all das sofort überschauen: wirklich steht von allen Punkten der Ekliptik der Punkt (ϵ) dem Himmels-Nordpol am nächsten, (δ) am fernsten; wogegen die Punkte (γ) und (δ), welche die Durchschnittspunkte von Ekliptik und Himmelsäquator sind, vom Himmels-Nord- und Südpol gleich weit abstehen (ebenso wie sämtliche übrigen Punkte des Himmelsäquators). Und um wieviel liegt der Punkt (ϵ) dem Himmels-Nordpol näher, dagegen (δ) letzterem ferner als irgendein Punkt des Himmelsäquators? Antwort: Um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ — eine Zahl, von der du vielleicht schon öfters (aber einstweilen erst ganz ohne Verständnis!) hast sagen hören, daß um eben diese $23\frac{1}{2}$ Grade der Äquator gegen die Bahn der Erde um die Sonne geneigt sei. . . . Vielleicht dämmert dir jetzt ein Licht darüber auf, woher das die Geographen wohl wissen mögen — von wo anders her als von den Astronomen? . . . doch über diese Dinge wollen wir uns fürs erste nicht weiter den Kopf zerbrechen!

Begnügen wir uns, den Heftnagel, welcher uns die Sonne darstellt, bei ϵ anzubringen und den Globus auf XIIh Mittag einzustellen: Sogleich sehen wir, daß die Sonne am 21. Juni Mittag ihre Strahlen um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ steiler hernieder sendet als am 21. März, so daß an denselben Orten der Erde, an welchen zur Zeit der Frühlings- (und Herbst-) Tag- und Nachtgleiche um Mittag die Sonne 40° über dem Horizonte steht, sie jetzt, am Tage der Sommer-Sonnenwende $40^{\circ} + 23\frac{1}{2}^{\circ} = 63\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Horizonte steht. Obwohl sie also auch zur Zeit dieses ihres höchsten Standes noch ein gutes Stück vom Zenit entfernt ist, so begreifen wir bereits recht gut aus der Steilheit der Strahlen (zusammen mit ihrem frühen Aufgang [gegen IVh morgens] und späten Untergang [gegen VIIIh abends]), warum die Sonne jetzt sommerliche Wärme zu ver-

1) D. h., daß ihre nördliche Deklination vom 21. März bis 21. Juni von 0° bis $23\frac{1}{2}^{\circ}$ wächst, vom 21. Juni bis 23. September von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ bis 0° abnimmt usw.; siehe die Anmerkung auf S. 14.

breiten anfängt. Und beachten wir weiter am Horizontring und der Stundenscheibe, wann und wo die Sonne jetzt auf- und untergeht, so begreifen wir dieses ihr langes Verweilen über dem Horizont. So sind uns durch die genaue Beschreibung der Bewegungen in der Ekliptik die kraftvollen Wirkungen der Sonne zur Sommerszeit erklärt.

Nicht minder leicht kannst du dir nun an unserem Himmelsglobus die Ursachen begreiflich machen, warum die Sonne, wenn sie am 22. Dezember in das Zeichen des Steinbockes (♋) tritt, den tiefsten Stand hat und die kürzeste Zeit über dem Horizonte weilt. Und ganz allgemein begreifst du nun auch, daß und warum die Bewegung der Sonne in der Ekliptik die Ursache des Wechsels der Jahreszeiten ist — und findest es daher auch schon aus diesem Grunde gerechtfertigt, wenn man den Satz von dieser Bewegung der Sonne in der Ekliptik als einen Hauptsatz der ganzen Himmelskunde und der astronomischen Geographie bezeichnet.

Solltest du aber nach einem ersten Versuche immer noch Schwierigkeiten finden, dir die jährliche Bewegung der Sonne in der Ekliptik vorzustellen, so rate ich dir, das neuerliche Studium dieses ganzen III. Abschnittes so lange aufzusparen, bis du die ähnliche monatliche Bewegung des Mondes nahe der Ekliptik, von welcher der folgende Abschnitt handelt, vollkommen aufgefaßt hast; denn es ist leichter, zu verschiedenen Tagen und Stunden während eines Monats den Mond neben den Sternen wirklich zu sehen, als für ein Jahr die Stellen der Sonne am Sternenhimmel nur zu erschließen, wie wir es im III. Abschnitt hatten tun müssen.

IV. Die Lichtgestalten des Mondes und seine Bewegungen am Fixsternhimmel.

Unter allen Himmelslichtern versteht es am besten „der wechselnde Mond“, die Menschen neugierig zu machen auf die Gesetze und Gründe seines Aussehens, seines Kommens und Gehens; und so ist mancher durch ihn zum Astronomen geworden, ohne es auch nur zu merken. — „Wo, wann, wie sehe ich den Mond heute — warum schon morgen an ganz anderen Stellen des Himmels — warum erscheint er mir heute als ‚Vollmond‘, nachdem ich ihn an den vorausgegangenen Abenden als ‚zunehmenden‘ gesehen hatte, warum zeigt er sich von morgen an in immer späteren Nachtstunden als immer

mehr ‚abnehmend‘, und warum wird er dann einige Tage um ‚Neumond‘ ganz unsichtbar?“ . . . — Wer sich alle diese Fragen beantworten will, hat also zweierlei am Monde zu beobachten und zu erklären:

1. den Wechsel seiner Lichtgestalten (der „Mondphasen“),
2. die Änderung seiner Stellung zu den übrigen Gestirnen, oder wie wir sagen können: seine Bewegung am Fixsternhimmel.

Um nun an unsere Beobachtungen, die dann mindestens einen Monat lang bei jeder günstigen Gelegenheit fortgesetzt werden sollen, mit rechtem Eifer zu gehen, wollen wir denjenigen Abend nach der Zeit des Neumondes (die uns jeder Kalender durch das Zeichen ☉ zeigt), abwarten, an welchem uns zum ersten Male wieder der Mond seinen durch mehrere Tage (auch bei wolkenlosem Himmel) ganz veragten Anblick gewährt. — Wie, wo und wann sehen wir ihn an solchen Abenden, zwei bis drei Tage nach Neumond, wieder? Bekanntlich als schmale Sichel, sobald die Abenddämmerung eingetreten ist, noch ehe die ersten Sterne sichtbar werden; und wenn dann der verglimmende Glanz der untergegangenen Sonne uns noch deutlich genug die Stelle bezeichnet, an der das Tagesgestirn für heute Abschied von uns genommen hat, so dürfen wir gewiß sein, auch den jungen Mond nirgends anders am Himmel zu finden als in der nächsten Nähe des Sonnenunterganges — in der Westgegend, nahe dem Horizonte. Nur kurze Zeit brauchen wir uns zu gedulden, und wir gewinnen an solchen Abenden nach dem erhabenen Schauspiel des Sonnenunterganges auch noch das liebliche des Untertauchens der Mondsichel, welches der freundlichen Abendstimmung, die in unser Gemüt eingezogen ist, ihre Vollendung gibt. Es soll uns den Genuß des schönen Bildes nicht trüben, wenn wir uns auch noch den besonderen Zug desselben einprägen: Nach welcher Seite hin sind die Spitzen der Sichel gerichtet? — zur Sonne hin oder von ihr weg? Manche Maler lieben es, der Mondsichel jene erstere Stellung zu geben (und sie wohl gar auch an einen von der Gegend der letzten Abendröte weit entfernten Ort des Himmels zu verlegen); aber dies mit völligem Unrecht: immer wendet die Mondsichel der Sonne, sei diese noch über oder schon unter dem Horizonte, die gewölbte (konvexe) Seite zu — wir werden bald hören, warum.

Schon am nächsten Abend, wenn wir um die gleiche Stunde das nämliche Schauspiel zu genießen hoffen, hat es sich auffällig geändert. Die Sichel ist breiter geworden, sie hat sich von dem Orte der Sonne entfernt und geht später unter.

Die entsprechenden Änderungen setzen sich nun Tag für Tag fort, und das so ausgiebig, daß schon eine Woche nach Neumond,

also weniger als sieben Tage nach unserer ersten Beobachtung, aus der schmalen Sichel ein leuchtender Halbkreis, das „erste Viertel“ geworden ist; der Kalender bezeichnet den Tag dieser Erscheinung durch D. Der Mond ist jetzt am Himmel von der Sonne so weit weggerückt, daß er zur Zeit des Sonnenunterganges nicht mehr in der Westgegend, sondern in der Südgegend steht; und wir begreifen hieraus, daß er erst durchschnittlich 6 Stunden nach der Sonne, in den Stunden um Mitternacht, untergeht.

Noch eine weitere Woche, und es ist „Vollmond“ geworden. Der Kalender zeigt uns für diesen Tag das wohlbekannte „Gesicht“ O. Wer hätte nicht schon seiner Einbildungskraft das Vergnügen gegönnt, sich die Züge dieses Gesichtes lebhaft auszumalen, mögen auch die gelehrten Astronomen längst überzeugend bewiesen haben, daß es sich da nur um Berge und Täler und verschiedene Gesteinsarten handle! — Wollen wir nun den Vollmond aufgehen sehen, so müssen wir um die Zeit des Sonnenunterganges gegen Osten schauen; und nachdem er die ganze Nacht geleuchtet hat, geht er unter im Westen um Sonnenaufgang.

Wenn wir nun das Vergnügen, welches uns ein Abendspaziergang in der von der vollen Mondscheibe beglänzten Landschaft gewährt hatte, morgen, übermorgen und so oft als nur möglich an den folgenden Tagen zu erneuern wünschen, so bereitet uns unser launischer Freund von Tag zu Tag größere Enttäuschungen: er läßt uns jeden folgenden Abend um beinahe eine Stunde länger auf seinen Aufgang warten — und überdies: das lustige runde Gesicht, das er uns als Vollmond gezeigt hatte, nimmt von Tag zu Tag einen trübseigeren Ausdruck an: die linke Wange scheint immer mehr einzusinken, wobei aber die rechte, d. h. die gegen Osten gewendete Seite ihre volle Rundung noch immer beibehält — der Mond „nimmt ab“.

Hat dieses Abnehmen eine Woche nach dem Vollmond gewährt, so zeigt uns der Mond nunmehr das „letzte Viertel“ E. Da er in dieser Phase erst um Mitternacht aufgeht, dafür aber freilich auch erst am nächsten Mittag untergeht, so wirst du das letzte Viertel wahrscheinlich nicht allzuoft am Nachthimmel, sondern verhältnismäßig noch am häufigsten am Morgen beobachtet haben, wobei der silberne Halbkreis sich in der Südgegend zeigt, ganz wie es 14 Tage früher das erste Viertel am Abend getan hat, nur jetzt die Rundung gegen Osten, also wieder gegen die Sonne gekehrt.

An den nächsten Tagen wird uns selbst dieser Anblick immer mehr erschwert — immer näher rückt der Mond an die Sonne, und wenige Tage vor Neumond könnten wir (wenn wir es nicht verschlafen!) ihn ebenso nur als schmale Sichel vor Sonnenaufgang, also als Vor-

läufer der Sonne am Himmel entdecken, wie wir es oben für die Abende nach Neumond beschrieben haben.

Wird es uns nun möglich sein, dieses Labyrinth von einzelnen Beobachtungen über Gestalt, Stellung, Zeit des Auf- und Unterganges des Mondes dem Gedächtnisse einzuprägen und noch mehr: den gemeinsamen Grund dieser einzelnen Tatsachen zu begreifen?

Weit leichter, als du denkst, wenn wir nun einmal den richtigen Eingang in das „Labyrinth“ gefunden haben werden. Dieser Eingang aber ist kein anderer, als die Antwort auf die zweite der beiden anfänglich (S. 17) aufgeworfenen Fragen:

Wie bewegt sich der Mond zwischen den Fixsternen?

Es ist dieselbe Frage, welche uns im ganzen vorigen Abschnitte hinsichtlich der Sonne beschäftigt hat, und die wir schließlich so beantworten: Die Sonne bewegt sich im Laufe eines Jahres um den ganzen Fixsternhimmel herum in der Ekliptik nach der Richtung West-Süd-Ost. Ganz ähnlich nun lautet jetzt auch die Antwort auf unsere neue Frage:

Der Mond bewegt sich binnen etwas mehr als 27 Tagen um den ganzen Fixsternhimmel herum in der Nähe der Ekliptik nach der Richtung West-Süd-Ost. Wieso diese Einsicht den Schlüssel zu allen vorher geschilderten Einzelheiten darbietet, wollen wir alsbald vernehmen. Vor allem aber: Wie können wir uns von dieser Hauptwahrheit überzeugen? — Glücklicherweise viel leichter, als dies bei der Bewegung der Sonne in der Ekliptik möglich gewesen war. Denn während die Sonne die Fixsterne ihrer Umgebung den ganzen Tag über für uns unsichtbar machte, tut zwar auch das Mondlicht der Sichtbarkeit der Fixsterne einigen Eintrag, aber keineswegs so viel, daß wir nicht sogar bei hellstem Vollmondlichte immerhin noch wenigstens die Sterne erster und wohl auch zweiter Größe in der unmittelbarsten Nähe der Mondscheibe bemerken könnten; und um so besser gelingt dies, je mehr dem Mondlichte noch zur Kraft des Vollseins fehlt. — Haben wir uns nun nicht nur, wie wir es oben taten, um die Stellung des aufnehmenden, des Vollmondes uff. gegenüber der Sonne bekümmert, sondern uns auch noch ganz besonders gemerkt, neben welchen Fixsternen der Mond gestern gestanden war, und neben welchen er heute steht, so zeigt uns ein Blick auf die betreffenden Fixsterne am Himmelsglobus, daß

1. alle diese Fixsterne in der Ekliptik liegen, oder um höchstens etwa 5 Grade (d. i. beiläufig die Entfernung zwischen Kastor und Pollux oder die zehnfache Breite der Mondscheibe selbst) von der Ekliptik entfernt sind; und daß

2. die Orte des Mondes von gestern und heute um etwa

13° (d. i. beiläufig die Entfernung der beiden Sterne an den Enden des W der Kassiopeia oder die 26fache Breite der Mondscheibe) voneinander entfernt sind. Und zwar begibt sich der Mond binnen je 24 Stunden von einem mehr westlich gelegenen Orte des Fixsternhimmels zu einem um 13° mehr östlich gelegenen¹⁾. Dieses macht also in 2 Tagen 26° , in 3 Tagen 39° , in etwas mehr als 27 Tagen volle 360° , d. h. einen vollen Umlauf in der Ekliptik.

All das können wir natürlich wieder am Globus zeigen, wenn wir Tag für Tag die Stellung des Mondes, wie wir sie unmittelbar am Himmel beobachtet haben, entweder einzeichnen oder sie wieder, wie wir es für die Stellung der Sonne taten, durch einen Heftnagel auffällig machen. Während wir aber ein derartiges Zeichen für den Stand der Sonne am Fixsternhimmel immerhin je einige Tage an seinem Plage lassen durften, ohne daß sich diese Ungenauigkeit allzu störend bemerkbar gemacht hätte (denn nach S. 14 beträgt die tägliche Bewegung der Sonne in der Ekliptik nur etwa 1° , also 13 mal weniger als die des Mondes), müssen wir den Heftnagel für den Mond täglich um beinahe die halbe Breite je eines Kugelweides versetzen. Mit anderen Worten: Der Mond verweilt in jedem der zwölf Zeichen der Ekliptik nur etwas mehr als zwei Tage — in welchem der Zeichen er sich an einem bestimmten Tage aufhält, das sagt uns der Kalender durch jene sich immer wiederholende Reihe der zwölf Tierkreisymbole, deren Sinn sich also auf eine viel einfachere Art erklärt, als der Aberglaube unwissender Kalenderbenützer meint.

Und nun also zur Erklärung des Wechsels der „Lichtgestalten“ des Mondes! Sehr wahrscheinlich hast du diese Erklärung längst schon in einem Buche gelesen oder hast sonst gehört, daß die Ursache der wechselnden Lichtgestalten in der wechselnden Stellung von Erde, Mond und Sonne liegt. Auch hast du wohl selbst schon versucht, dir das klar zu machen, indem du eine leuchtende Lampe als „Sonne“, ein Zwirntüchel als „Mond“, und — dein eigenes Auge als Erde zur Veranschaulichung benütze. Vollmond ist es, wenn der Mond der Erde die von der Sonne beleuchtete —, Neumond, wenn er ihr die un- beleuchtete Seite zuwendet, erstes und letztes Vier-

1) Bei „Bedeungen“ von Fixsternen, z. B. Regulus, Aldebaran (auch manchmal eines Planeten, z. B. Mars, Venus) seitens des Mondes kann man diese west-süd-östliche Bewegung geradezu wahrnehmen, indem der Stern hinter dem östlichen Mondrand verschwindet und an dem westlichen wieder zum Vorschein kommt. Wie zeigt sich Ähnliches bei Sonnenfinsternissen?

tel, wenn wir von der beleuchteten Hälfte des Mondes selbst wieder nur eine Hälfte sehen.

Indes — so leicht das alles für die Lampe und den Knäuel zu begreifen ist — es auf die wirkliche Sonne und den wirklichen Mond anzuwenden, möchte demjenigen schwer fallen, der sich noch nie ernstlich die Aufgabe gestellt hat, die Stellungen und Lichtgestalten des wirklichen Mondes mit eigenen Augen zu beobachten. Wir haben dies bereits getan — und was wir hierbei gesehen, das wollen wir am Globus in unserer Weise zu veranschaulichen suchen.

Wir bringen als „Sonne“ wieder unseren Hefnagel an, und zwar an derjenigen Stelle der Ekliptik, welche dem heutigen Stande der wirklichen Sonne entspricht. Als „Mond“ aber mag uns für die Veranschaulichung der Lichtgestalten ein Nagel mit einem hellfarbigen, kugelförmigen Kopf dienen. Auch diesen stecken wir an denjenigen Punkt in oder nächst der Ekliptik, welche der heutigen Stellung des wirklichen Mondes zwischen den Fixsternen entspricht. Ist nun heute Neumond, so wird der „Mond“ in nächster Nähe¹⁾ der „Sonne“ zu stehen kommen, beim ersten Viertel um den vierten Teil der Ekliptik (d. i. um 3 Kugelzweiede) mehr östlich, beim Vollmond auf der der „Sonne“ entgegengesetzten Seite, beim letzten Viertel um noch einen weiteren vierten Teil der Ekliptik mehr östlich — also um ein Viertel der Ekliptik westlich von der „Sonne“. Denken wir uns nun in den Mittelpunkt des Globus unser Auge als „Erde“, die „Sonne“ als von der Stelle des Hefnagels her Lichtstrahlen gegen Erde und Mond sendend und das Papier des Globus als durchsichtig, so würden wir bei „Neumond“ die dunkle Seite des Nagelkopfes, bei Vollmond die helle Seite uns zugewendet sehen, bei aufnehmendem die westliche Seite, bei abnehmendem die östliche Seite des Nagelkopfes hell erblicken.

Doch alle diese „Veranschaulichungen“ wollen wir gern vergessen, wenn wir an einem klaren Abend die wahrhaftige Anschauung der wirklichen Himmelslichter genießen. — Dort im Süden blinkt der silberne Halbkreis des „ersten Viertels“. Du wendest dich ihm voll zu und hast nun Osten zur Linken, Westen zur Rechten. Von Westen her sendet dann die Sonne, wenn sie auch für das Fleckchen Erde, auf dem du stehst, soeben untergegangen ist, noch immer ihre Strahlen gegen die Erde und deren Begleiter, den Mond. Und wie nun ein ferner, hoher Berggipfel noch im Sonnenlichte glänzen mag, wenn sich über

1) Freilich ist diese „Nähe“ nur eine scheinbare, indem, wie die Astronomen gefunden haben, die Sonne von der Erde 400 mal so weit entfernt ist als der Mond.

das Tal bereits die Schatten des Abends gelagert haben, so fängt auch die in freiem Weltraume schwebende Mondkugel noch die von Westen her kommenden Sonnenstrahlen auf und sendet sie uns wie freundliche Grüße der Sonne als treuer Bote zu.

Haßt du dir nur einmal das recht lebhaft beim Anblicke des „ersten Viertels“ vorgestellt, so haßt du auch den Grund der Lichtgestalten des Mondes bereits besser begriffen als durch die beste Zeichnung oder durch Lampe und Zwirnfäden oder durch das beste künstliche „Lunarium“. — Geht dann eine Woche später der Mond gerade auf, während die Sonne untergeht, so ist's klar, daß sie ihm jetzt voll „ins Gesicht“ scheinen muß. Auch der „Neumond“ empfängt von der Sonne nicht weniger Licht als der Vollmond; aber da dann der Mond annähernd (nur bei „zentralen“ Sonnenfinsternissen genau) in der Geraden zwischen Sonne und Erde steht, so ist letzterer die unbeleuchtete Seite des Mondes zugewendet und uns also unsichtbar.

Doch freilich sind all das nur die allerersten Grundzüge der Beschreibung und Erklärung der Mondbewegungen. Den Astronomen, welche diese Bewegung aufs allgeräueste kennen müssen, wenn sie z. B. die Sonnen- und Mondfinsternisse für Jahrhunderte voraus auf die Minute genau bestimmen und im Kalender Jahr für Jahr der neugierigen Welt mitteilen wollen, machte der launische Mond nicht wenig Mühe. — Gleichwohl vermögen wir mittelst des Globus noch manche feinere Besonderheit in den Bewegungen, den Orten und Zeiten des Auf- und Unterganges usw., welche uns auf den ersten Blick rätselhaft erschienen hatte, für unseren Zweck hinreichend genau zu erklären.

3. Warum erhebt sich der Vollmond in Sommernächten nur wenig, in Winternächten hoch über den Horizont? — Wir wissen schon, daß 1. im Sommer die Sonne sich in der Nähe des Zeichens (\odot) aufhält, und daß 2. der Vollmond „der Sonne gegenüber“, d. h. also im Sommer in der Nähe des Zeichens (♄) steht. Bringen wir also den Nagel, welcher uns den Mond darstellt, bei letzterem Zeichen an und lassen den Globus im Geßtell sich drehen, so kommt der Mond um Mitternacht nur wenig ($40^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ = 16\frac{1}{2}^\circ$) über dem Südpunkte des Horizonts zu stehen. Ja, er kann in manchen Jahren sogar noch um 5° tiefer, in anderen freilich auch wieder um 5° höher stehen, da er, wie wir oben (S. 19) vernahmen, sich nicht genau in der Elliptik hält, sondern sich bis auf 5° , bald gegen den Himmelsnordpol, bald nach dem Südpol hin, von ihr entfernen kann. — Von diesen Abweichungen abgesehen aber ist uns klar, daß der Vollmond zu jeder Zeit des Jahres um Mitternacht dieselbe Stellung haben wird wie die Sonne ein Halbjahr früher oder später zu Mittag.

Eine andere Frage: Wir haben an einem Abend um die Zeit des Herbstanfanges (23. September) den Vollmond aufgehen sehen; er ist an einer Stelle des Horizontes erschienen, die wir als Ostpunkt kennen. Zwei Tage später sehen wir den Mond, der noch wenig abgenommen hat, doch schon in einem beträchtlich mehr gegen Norden gelegenen Punkte aufgehen. Wie kommt das? — Antw.: Am 23. September stand der Mond, falls er damals gerade voll war, im Zeichen (γ); zwei Tage später steht er schon nahe bei (δ): er geht also an derselben Seite auf wie die Sonne einige Tage vor dem 21. April. — Lesen wir nun überdies für jeden der 27 Tage, welche der Mond zu einem Umlaufe am Fixsternhimmel braucht, an der Stundenscheibe die Zeit ab, um welche derjenige Punkt in oder nahe der Ekliptik, an welchem sich an dem betreffenden Tage gerade der Mond aufhält, über dem Horizontring emporrückt, so begreifen wir, warum sich der Mondaufgang (und Untergang) keineswegs Tag für Tag um dieselbe Zeit von durchschnittlich 50 Minuten, sondern bald mehr (im Frühjahr), bald weniger (im Herbst) verspätet.

Doch genug hiervon — bei noch tieferem Eingehen würden wir merken, daß es der launische Begleiter der Erde an scheinbarer Regelmäßigkeit seiner Bewegungen sogar noch den „Planeten“ zuvortut, von denen wir nun schließlich noch einiges wenige vernehmen wollen.

V. Die Planeten.

Häufiger noch als die Namen einzelner Fixsterne wie Sirius, Wega, Kapella . . hast du wohl längst vor Beginn deiner Forschungen am Sternhimmel die Namen der Sterne Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn nennen hören. „Warum finde ich diese Sterne auf dem Globus nicht?“

Aus demselben Grunde, warum du auch Sonne und Mond und ebenso auch die Kometen und die Sternschnuppen, welche doch auch Himmelskörper sind, nicht findest: sie alle behalten ja ihre Lage zu den Fixsternen und ihre gegenseitige Lage nicht bei, und deshalb kann ihnen auch nicht ein für allemal eine bestimmte Stelle auf einer Sternkarte oder einem Himmelsglobus angewiesen werden.

Freilich denken wir bei den letztgenannten Himmelslichtern überhaupt nicht so bald daran, sie ohne weiteres zu den „Sternen“ zu rechnen: Sonne und Mond nicht, weil sie zu groß, Kometen und Sternschnuppen nicht, weil sie allzu vergänglich scheinen. Dagegen gleichen Saturn, Jupiter, Mars, Venus (Merkur ist nur sehr schwierig zu sehen, weil er sich immer in nächster Nähe der

Sonne aufhält, und die übrigen bis jetzt bekannten Planeten: Uranus, Neptun, Ceres, Pallas usw. sind nur durch starke Fernrohre zu beobachten) auf den ersten Anblick hin, welchen sie dem freien Auge gewähren, immerhin einigermaßen den Fixsternen. Aber doch nicht so ganz — denn während letztere lebhaft funkeln, zeigen jene vier ein ruhiges Licht, — kaum daß sie in recht hellen, namentlich in kalten Nächten ein wenig von dem Glimmern der übrigen Sterne zeigen. Und ist man nur einigermaßen geübt, so erkennt man auf den ersten Blick jeden einzelnen von ihnen — Mars an seinem rötlichen, Saturn an seinem gelblichen, Jupiter an dem kräftigen gelblichweißen und Venus an dem zuzeiten sogar den Jupiter noch stark überstrahlenden reinweißen Lichte.

Viel auffallender aber noch als dieser Unterschied ist jedem, der sich einmal mit den gegenseitigen unveränderlichen Stellungen der Fixsterne vertraut gemacht hat, das Wandeln jener Planeten („Wandelsterne“) zwischen den Fixsternen.

Am wenigsten beeilt sich damit der Saturn: er braucht 29 Jahre, bis er einen Umlauf am Fixsternhimmel zurückgelegt hat. Sein Abbild hielte sich also auf jedem der 12 Zweiteile unseres Globus etwa $2\frac{1}{2}$ Jahre auf — dabei immer in der Nähe der Ekliptik.

Jupiter bedarf zu seinem Umlauf etwa 11 Jahre, Mars nicht ganz 2 Jahre.

Saturn, Jupiter, Mars zeigen sich zu manchen Zeiten nahe der Sonne (wie der Mond kurz vor und nach Neumond), zu anderen Zeiten wieder fern von ihr (wie der Mond kurz vor und nach Vollmond).

Anders die Venus: sie entfernt sich von der Sonne höchstens bis auf etwa den achten Teil eines größten Kreises am Himmelsgewölbe (48° , d. i. etwas über die Breite von anderthalb Zweiteilen des Himmelsglobus, nicht ganz so weit, als Spica und Regulus voneinander entfernt sind). Steht dann die Venus östlich von der Sonne, so geht sie erst nach dieser unter, erscheint also als „Abendstern“, — steht sie westlich von der Sonne, so eilt sie dieser als „Morgenstern“ voran (ähnlich der Mondschiel kurz nach, beziehungsweise vor Neumond).

Alle Planeten aber entfernen sich — auch hierin dem Monde ähnlich — nie weit von der Ekliptik; wie du dich überzeugen kannst, sobald du irgendwann einen Planeten am Himmel selbst beobachtest, dir seinen Ort zwischen den Fixsternen merkst und nun diesen am Himmelsglobus aufsuchst.

Verfolgst du so die Stellungen eines Planeten — sagen wir des Mars — während einiger Monate recht genau und merkst dir die entsprechenden Punkte am Globus an, so wirst du zu gar absonder-

lichen Entdeckungen kommen. Die Bahn des Planeten, von der wir zwar soeben hörten, daß alle ihre Teile nahe der Ekliptik zu liegen kommen, ist doch, wenn wir es genauer nehmen, eine scheinbar ganz unregelmäßige: sie bildet Zacken, Schleifen, Schlingen; der Planet bewegt sich in ihr bald schneller, bald langsamer; und was die Richtung der Bewegung betrifft, so ist diese zwar im großen ganzen dieselbe west-süd-östliche („rechtläufige“), in der die Sonne ihre Jahres- und der Mond seine Monatsbewegungen ausführt; aber es fehlt auch nicht an Zeiten, in welchen der Planet für mehrere Tage zwischen den Fixsternen fast stille steht, ja sodann auch ein Stück zurück (in der Richtung Ost-West) läuft („rückläufig“) und eben zu diesen Zeiten jene sonderbaren Schleifen und Schlingen beschreibt.

Du magst dir wohl denken, wie den gewissenhaften Astronomen zu Mute war, als sie inmitten der erhabenen, einfachen Ordnung, in welcher sie das Heer der Tausende von Fixsternen seine täglichen und jährlichen Wanderungen vollziehen sahen, jene wenigen Störenfriede bemerkten, die sich an keine Ordnung, kein Gesetz binden zu wollen schienen. Vergeblich hatten die Astronomen des Altertums — unter ihnen der große Hipparch anderthalb Jahrhunderte vor, Ptolemäus ebenso lange nach Christi Geburt — das Geheimnis jener Planetenbewegungen zu ergründen gesucht. Sogar der Vater des neuen Weltsystems, Kopernikus († 1543), welcher der erstaunten Menschheit verkündet hat, daß sich die Erde täglich um ihre Achse und jährlich um die Sonne bewege, vermochte doch nicht, die wunderlichen Irrgänge der Planeten auch nur genau zu beschreiben, geschweige denn sie zu erklären; nur so viel hatte Kopernikus eingesehen: jene Schleifen und Schlingen sind eine Folge davon, daß wir die um die Sonne sich bewegendem Planeten von der selbst nicht mehr ruhenden, sondern ebenfalls sich bewegendem Erde aus beobachten. Aber was immer für Kreise man sich für diese Bewegungen um die Sonne ausdenken möchte — immer noch erlaubten sich die Planeten allerlei Seitensprünge von den Orten, die ihnen die Gelehrten aus solchen Kreisen vorgerechnet hatten. Auch in diesen scheinbaren Unregelmäßigkeiten endlich doch eine harmonische Ordnung zu entdecken, war dem unermüdlischen Eifer eines Deutschen, Johannes Kepler, vorbehalten, der nach vieljährigen Beobachtungen und den mühsamsten Rechnungen im Jahre 1608 zuerst an dem Planeten Mars und bald auch für die übrigen Planeten gefunden hat, daß ihre Bahnen Ellipsen seien, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht, und daß nur deshalb diese Bahnen so verwickelt scheinen, weil wir sie von der Erde aus sehen, die ja selbst in einer solchen Ellipse sich bewegt.

Und warum, infolge welcher Kräfte bewegen sie sich gerade so? Dies hat ein halbes Jahrhundert später Isaac Newton zu ergründen gewußt: er erkannte die Sonne als die mächtige Heerführerin, deren überlegener Kraft die Planeten so pünktlich gehorchen, daß die Astronomen heute zu berechnen wissen, wo in hundert Jahren zu dieser und jener Sekunde Saturn, wo Jupiter, Mars, Venus, Merkur am Himmel zu finden sein werden.

Du staunst, lieber junger Freund, und hörst fast ungläubig die Kunde von solchen dir unbegreiflichen Leistungen weiser Männer. Sie machen uns bescheiden, wenn wir etwa schon vermeint hatten, an den wenigen Abenden, die wir der Betrachtung des gestirnten Himmels widmeten, seine Wunder auch bereits ganz ergründet zu haben. Nein — dazu reicht ja das ganze Leben der größten Forscher nicht hin! Das soll uns aber doch auch wieder nicht entmutigen — und drum rasch dies Schriftchen zugeschlagen, deinen Globus zur Hand und den Blick zum sternbesäten Himmel gewendet! Befolgst du diesen Rat so oft und eifrig, bis du dich am Sternenhimmel so sicher zurechtzufinden weißt wie in deinem Studierstübchen, so wirst du — wenn nicht gar einmal ein großer Astronom, doch gewiß ein wackerer Mensch werden, der ein offenes Auge und ein warmes Herz für die Herrlichkeiten des Weltalls hat.

Und drum: Viel Glück zu deinen ersten Entdeckungsreisen in die weite Sternenwelt!

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Von A. Höfler ist soeben erschienen:

Didaktik der Himmelkunde und astronomischen Geographie

In Leinwand geb. ca. M. 10.—

Allgemein wird die Schwierigkeit und zugleich der Mißerfolg des herkömmlichen Unterrichts der „mathematischen Geographie“ beklagt. Diese hatte von ganz unreifen Schülern der untersten Klassen eine Kenntnis der „wirklichen“ Bewegungen der Erde nach dem kopernikanischen Systeme verlangt und aus ihnen die fälschlich als „scheinbar“ bezeichneten, in Wahrheit aber allein der sinnlichen Anschauung zugänglichen Bewegungen der Sonne am Tageshimmel, sowie die Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse der ganzen Erdoberfläche, deduzieren zu müssen geglaubt, ehe mit den Schülern noch irgend welche Erscheinungen beobachtet und ihre Gesetze induziert sind. In scharfem Gegensatz zu solchen didaktischen Verfehrtheiten schließt sich der Verfasser des vorliegenden Bandes den schon nicht mehr wenigen besonnenen Didaktikern an, die auch für diese Elemente der Geographie die allgemein anerkannten didaktischen Methoden des sonstigen naturwissenschaftlichen Unterrichts gefordert haben.

Populäre Astrophysik

Von Dr. J. Scheiner

a. o. Prof. an der Universität Berlin

Mit 30 Tafeln und 240 Figuren. 2., ergänzte Auflage.

In Leinwand gebunden M. 14.—

„Daß es gerade Scheiner, einer unserer besten und erfolgreichsten Astrophysiker ist, der sich entschließt, die bestehende Lücke durch ein eingehendes Lehrbuch der Astrophysik auszufüllen, ist ganz besonders zu begrüßen. ... Trotzdem aber einige mathematische Vorkenntnisse verlangt werden, merkt man dem Buche doch an, daß der Verf. lieber mit Worten als mit Formeln erklären will. Dieses Bestreben wird sehr unterstützt durch den klaren und prägnanten Stil. Und dadurch ist das Buch zum mindesten für den Laien zu einem Kompendium der Astrophysik geworden. Sehr unterstützt wird der Text durch ein passend gewähltes und vorzüglich ausgeführtes Illustrationsmaterial.“ (Dtsh. Literaturztg.)

Über das System der Fixsterne

Aus populären Vorträgen

von Prof. Dr. K. Schwarzschild

Dir. des Astrophysikalischen Observatoriums bei Potsdam

Mit 13 Figuren. Geheftet M. 1.—

„... Der Verfasser macht uns zunächst mit dem unentbehrlichsten Werkzeug der Astronomie, dem Fernrohr, vertraut, erörtert dann, ausgehend von den immerhin erstaunlichen Einsichten eines Philosophen der zu Unrecht viel geschmähten Aufklärung, wie wir heute Entstehung und Entwicklung des Planetensystems zu begreifen suchen, und belehrt uns zum Schluß über die Vorteilbarkeit und Ausdehnung des Universums. Den größten Raum aber nimmt die nach Form und Inhalt gleich gebiegene und anziehende Abhandlung ein, der die Schrift ihren Titel verdankt.“ (Berliner Tageblatt.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Dr. Bastian Schmid's Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek

Mit vielen Abbildungen. 8. In Leinenband.

Himmelsbeobachtung mit bloßem Auge. Von Franz Rusch, Oberlehrer am Kgl. Realgymnasium in Goldap. 1911. Mit 30 Figuren und 1 Sternkarte. M. 3.50.

„Ein sehr anregend geschriebenes Buch. Auf Grundlage von Beobachtungen, die der Leser mit bloßem Auge gewinnen kann, wird er eingeführt in die Lehre der Zeit- und Ortsbestimmung. Sternhimmel, Sonne mit den periodischen Sonnenflecken, der Mond und seine Trabanten, die Planeten, Kometen und Meteore im Anschluß an Ergebnisse der jüngsten Zeit werden in Größe, Form, Umdrehungs- und wirkliche oder scheinbare Umlaufzeiten untersucht. Wechselnde Helligkeit und Farbe geben Anlaß zu photometrischen und photographischen Fragen. Vorzügliche Abbildungen, tabellarische Zusammenstellungen und eine photographisch reproduzierte Sternkarte bilden eine vortreffliche Ergänzung des Textes.“ (Nationalzeitung, Basel.)

Große Physiker. Von Prof. Dr. J. Keferstein, Hamburg. Bilder aus der Geschichte der Astronomie und Physik. Für reife Schüler. 1911. Mit 12 Bildnissen auf Tafeln. M. 3.—

„... Das mit guten Porträts ausgestattete Buch ist interessant und nicht zu schwer geschrieben. Als Wiederholungsbuch wird es den Studenten große Dienste leisten. Der Primaner und Sekundaner der höheren Lehranstalten wird es als wertvolle Ergänzung zu dem Physikunterricht in der Schule, in dem ja stets die biographische Seite zu kurz kommt, begrüßen.“ (Zeitschrift für Philosophie und Pädagogik.)

Aus dem Luftmeer. Von Oberlehrer M. Sassenfeld in Emmerich a. Rh. Mit 40 Abbildungen. 1912. M. 3.—

In diesem Bande findet Ihr alle Erscheinungen und Vorgänge im Luftmeer beschrieben und, soweit möglich, physikalisch erklärt. So werden die Wolken, die verschiedenen Nebenschlagsformen, die optischen Erscheinungen, wie Halos und Kränze um Sonne und Mond, Regenbogen, Purpursicht und dergl. besprochen. Daran schließt sich eine Darstellung der Ergebnisse und Methoden der Erforschung der freien Atmosphäre mit Ballonen und Drachen. Die Temperaturverhältnisse und ihre Bedeutung für die praktische Luftfahrt sind ausführlich erörtert. Auch die angewandte Meteorologie, die Wettervorhersage, findest Du in diesem prächtigen Einführungsbuche eingehend erörtert.

Physikalisches Experimentierbuch. Von Professor H. Rebenstorff in Dresden. In 2 Teilen.

I. Teil. Anleitung zum selbstständigen Experimentieren für jüngere und mittlere Schüler. Mit 99 Abbildungen. 1911. M. 3.—. II. Teil. Anleitung zum selbstständigen Experimentieren für mittlere und reife Schüler. Mit 87 Abbildungen. 1911. M. 3.—

In diesem Bändchen lernt der Schüler gewissermaßen spielend die feststehenden Begriffe der Physik kennen und in ihrer Bedeutung würdigen, um mit diesem Schatz ausgerüstet später mit um so größerem Erfolg darauf aufbauen zu können. Trägheit, Schwerpunkt, spezifisches Gewicht, Auftrieb, Tonhöhe, Reflexion, Hygroskop, Lichtbrechung, Spektrum, Isolator, galvanischer Strom, Akkumulator, sind in bunter Reihenfolge einige dieser elementaren Begriffe, mit denen man bei gutem Willen recht vertraut werden kann, zumal bei den Versuchen die in einfachsten Formen hergestellten Illustrationen zu Hilfe kommen.

An der See. Geologisch-geographische Betrachtungen für mittlere und reife Schüler. Von Professor Dr. P. Dahms in Döppel, W.-Pr. 8. 1911. Mit 61 Abbildungen. M. 3.—

Das Büchlein ist vorzugsweise für solche geschrieben, die zur Sommerfrische an die See gehen, und versucht in schlichter Sprache im Anschluß an einfache Erscheinungen und solche Experimente, die man mit geringer Mühe wiederholen kann, Aufschluß zu geben. Da jeder, der zuerst an den Strand kommt, sich eifrig dem Bernsteinammeln hingibt, wird dieses Mineral in einem besonderen Kapitel für sich behandelt. Auch verschiedene Erscheinungen physikalisch-meteorologischer Natur, die durch ihre Natur an die Wasseranteile geknüpft sind, kommen zur Besprechung.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Geologisches Wanderbuch. Für mittlere und reise Schüler. Von Professor K. G. Volk, Freiburg i. Br. I. Teil. Mit 159 Abbild. 1911. M. 4.— [II. Teil für mittlere und reise Schüler. In Vorbereitung.]

„Wissenschaft und Wanderlust sind hier in origineller und gelungener Weise miteinander verwoben. Ich weiß kaum ein besseres Buch für Wanderlustige, Wandervögel, Pfadfinder und mittlere und obere Klassen. Auch Lehrer werden viel Anregung aus dem auch äußerlich schönen und gut illustrierten Buch empfangen.“ (Südwestdeutsche Schulblätter.)

Küstenwanderungen. Biologische Ausflüge. Für mittlere und reise Schüler. Von Dr. Victor Franz in Frankfurt a. M. Mit 92 Figuren. 1911. M. 3.—

„Das Beste, was er hat“, was er in jahrelanger wissenschaftlicher Arbeit errungen, will der Verfasser Dir und der deutschen Jugend bieten. „Kein Konversationslexikon, kein Reisehandbuch, kein biologisches Lehrbuch“. Samland und die Kurische Nehrung, Helgoland und die friesischen Inseln, das Wattenmeer und die hohe See, das sind die Orte, wo Du Dich seiner Führung anvertraust, Deine Studien machst an Fauna und Flora. Wie untererfahrene weiß er von all diesen Orten zu plaudern! Möchten das Buch recht viele in die Hand bekommen, damit die Schar der „fröhlichen, jugendlichen Herumtreiber, die in Licht, Luft und Sonnenschein eine ferngelande Gesichtsfarbe und kräftige Glieder gewinnen und einen reichen Schatz glückseliger Erinnerungen erwerben“, immer größer werde.

Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen.

Für mittlere und reise Schüler. Von Georg E. S. Schulz in Friedenau bei Berlin. Mit 41 eigenen photograph. Aufnahmen des Verfassers und einem Vierfarbendruck. 1911. M. 3.—

„Die Naturwissenschaft braucht die Photographie, darum lernt photographieren, ihr jüngsten Jünger der Wissenschaft, ergreift und benutzt das Buch von Schulz, es wird euch mehr nützen, als ihr glaubt, denn ihr habt damit nicht nur eine vergnügliche Technik, sondern auch eine Forschungsmerhode gewonnen.“ (Apollo.)

Die Luftschiffahrt. Für reise Schüler. Von Dr. Raimund Nimführ in Wien. Mit 93 Figuren. 1911. M. 3.—

Hast Du, junger Freund, nicht bewundernd und erstaunt in die Lüfte geschaut, als Du zum erstenmal ein leuchtbares Luftschiff treten sahst. Hoffentlich hast Du Dich nicht einfach mit der Tatsache abgefunden, daß der Riesenballon schwebt und die Flugmaschine wie ein Vogel dahingleitet, sondern Dir die Frage „Wie ist das möglich“ vorgelegt. — Hierauf gibt unser Büchlein vortrefflich Antwort! — Nimm das Buch zur Hand und studiere; das Interesse an der Luftschiffahrt wird erwachen und wach gehalten werden durch das Verständnis ihrer Ursachen.

Vom Einbaum zum Linien Schiff. Streifzüge auf dem Gebiete der Schiffahrt und des Seewesens. Für mittlere und reise Schüler. Von Ingenieur Karl Radunz in Kiel. Mit 90 Abbildungen. 1911. M. 3.—

Diese Streifzüge sollen Dich in zwangloser Weise mit dem weiten Gebiet der Schiffahrt und des Schiffbaues bekannt machen, sodann die etwa an Ort und Stelle, an der Wasserfront, gewonnenen Eindrücke vertiefen. Im Geiste führt der Verfasser Dich in das emsige Getriebe der Schiffswerften, in das schiffahrtliche und schiffbauliche Leben und Treiben an den großen Seepfählen, das zu schauen vielleicht der eine oder andere von Euch flüchtig Gelegenheit gehabt hat. Ein abgeschlossenes Bild von der Entwicklung des Ganzen erhält der Leser durch die bei den primitivsten Anfängen des Seewesens einsetzende Betrachtung des geschichtlich Gewordenen, wodurch das Verständnis und das Interesse für das heute Erreichte wesentlich erhöht wird.

Vegetations Schilderungen. Eine Einführung in die Lebensverhältnisse der Pflanzenvereine, namentlich in die morphologischen und blütenbiologischen Anpassungen. Für mittlere und reise Schüler. Von Prof. Dr. Paul Graebner, Berlin. Mit 40 Abbildungen. 1912. M. 3.—

Selbst sehen, selbst beobachten können ist eine für das ganze Leben unschätzbare Fähigkeit, die leider nur wenige Menschen besitzen. Kaum ein Gebiet bietet dazu soviel Gelegenheit, wie die Botanik. Was in Wald und Feld, was am Acker und Damme wächst, sind lebende Wesen, die ihre Eigenart angepaßt haben der Eigenart ihres Standortes. Ihre Blüten bringen neue Früchte, wenn die Möglichkeit oder Sicherheit der Bestäubung u. s. w. gegeben ist, die Erhaltung der Art hängt also von diesen wichtigsten Dingen ab.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Chemisches Experimentierbuch. Von Prof. Dr. Karl Scheid in Freiburg i. Br. 3., verbesserte Auflage. Mit 77 Abbildungen. 1912. M. 3.—. (Band II in Vorbereitung.)

In meisterhafter Weise leitet Dich der Verfasser zum Experimentieren mit „alltäglichen“ Dingen wie Soda, Kalk, Seife, Essig, Wasser, Kohlensäure, Sand usw. an und bietet Dir damit eine Menge chemischer Tatsachen u. Naturgesetze, aber auch einen Einblick in die Quellen des Volkswohlstandes und in das Sein und Werden der Naturkörper. Nicht Salonzauberkunst, sondern ernste Wissenschaft in heiterem Gewande.

An der Werkbank. Anleitung zur Handfertigkeit mit besonderer Berücksichtigung der Herstellung physikalischer Apparate. Von Professor Emanuel Gscheidel in Mannheim. Mit 120 Figuren u. 44 Tafeln. 1912. M. 4.—

Das Buch will allen, die Lust für praktische Betätigung haben, mit Rat zur Seite stehen, ihnen helfen, über die hauptsächlichsten technischen Schwierigkeiten hinwegzukommen und ihnen Anregungen über die anzufertigenden Apparate geben. Es enthält die Kapitel: Werkstatt, Werkzeug, Material, Beschaffung und Bearbeitung des Materials und sodann eine Anleitung zum Herstellen einer größeren Anzahl physikalischer Apparate.

Unsere Frühlingspflanzen. Von Professor Dr. S. Hüb in Perleberg. Mit 76 Abbildungen. 1912. M. 3.—

Wenn die jungen Botaniker unter Euch nach langer Winterkraft wieder hinausziehen und das Grünen und Blühen der Frühlingspracht beobachten und studieren, dann will ihnen dieses Buch ein guter Kamerad sein und sie einführen in das Studium der Frühlingspflanzen und vertraut machen mit ihren Lebenserscheinungen.

Biologisches Experimentierbuch. Von Prof. Dr. E. Schäffer. Oberlehrer a. d. Oberrealschule auf der Uhlenhorst in Hamburg. Für mittlere und reife Schüler. Mit 100 Abbild. 1913. M. 4.—

Ein ganz neues, eigenartiges Experimentierbuch, wie Du es gewiß noch nicht kennst, liegt hier vor Dir. Nicht tote Gegenstände, sondern lebende Tiere und Pflanzen sollen Dir hier die Lehre vom Leben verständlich machen. Aus dem Gesamtbetriebe der Biologie (Botanik, Zoologie und menschliche Physiologie) sind eine große Zahl von lehrreichen Experimenten für den unmittelbaren Gebrauch zusammengestellt. Von den Erscheinungen der Keimwelt an werden alle wesentlichen Lebenserscheinungen der Pflanzen behandelt. An die Pflanzen schließt sich in aufsteigender Anordnung das Tierreich und zum Schluß der Mensch.

Physikalische Plaudereien für die Jugend. Von Oberlehrer E. Wunder in Sendelbach. Für 10 bis 14 jährige Schüler aller Schulgattungen. Mit 15 Abb. 1913. M. 1.—

Wenn ich Dir ein Buch in die Hand gebe, so soll es nur ein solches sein, welches Dich neugierig macht, daß Du selbst Versuche anstellen möchtest. Du mußt jeden Versuch selbst anstellen, wenn Du ihn wirklich verstehen willst; er wird Dir ein ganz anderes Licht über die Sache aufdecken, als wenn Du bloß seine Beschreibung lesen würdest. Und dann bilde Dir nicht ein, über „Spielereien“ erhaben zu sein. Die Spielereien sind oft die allerlehrreichsten Versuche.

Hervorragende Leistungen der Technik. Von Professor Dr. K. Schreder in Dresden. 2 Teile. 1 Teil. Für mittlere und reife Schüler. Mit Abbildungen. 1913. M. 3.— II. Teil. [In Vorbereitung.]

In diesem Buch findest Du aus den Arbeitsgebieten des Ingenieurs, welche dem üblichen Lehrgang der Physik angeordnet sind, jeweils das hervorragendste Wert herausgegriffen und beschreiben. Die wissenschaftlichen Grundlagen, die der Ingenieur zur Herstellung seiner Werke benutzt hat, sind Dir in möglichst leicht verständlicher Form dargestellt.

Chemische Plaudereien für die Jugend. Von Oberlehrer E. Wunder in Sendelbach. Für 10 bis 14 jährige Schüler aller Schulgattungen. Mit 16 Abb. 1913. M. 1.—

Wie die physikalischen, so wollen die „chemischen Plaudereien“, wenn Du auch noch keinen Chemieunterricht gehabt hast, Dir zum Verständnis wichtiger chemischer Vorgänge helfen: nämlich der Oxidation und Reduktion, der Atmung und Ernährung von Pflanze und Tier, der Säure-, Laugen- und Salzbildung.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Karl Kraepelins Naturstudien. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim.

Im Hause (4. Auflage. Geb. M. 3.20); **im Garten** (3. Auflage. Geb. M. 3.60); **in Wald und Feld** (3. Auflage. Geb. M. 3.60); **in der Sommerfrische** (Reiseplaudereien. 2. Auflage. Geb. M. 3.60); **in fernen Zonen** (Plaudereien in der Dämmerstunde. Geb. M. 3.60); **Volksausgabe** (Vom Hamburger Jugendschriften-Ausschuß ausgewählt. 2. Auflage. Geb. M. 1.—).

Streifzüge durch Wald und Flur. Eine Anleitung zur Beobachtung der heimischen Natur in Monatsbildern. Von Prof. Bernh. Landsberg. 4. Auflage. Mit 83 Abbildungen. Geb. M. 5.—

Naturgeschichte für die Großstadt. Tiere und Pflanzen der Straßen, Plätze, Anlagen, Gärten und Wohnungen. Für Lehrer und Naturfreunde dargestellt von Lehrer Walter Pfalz. In 2 Teilen. Geb. je M. 3.—

Natur-Paradore. Von Dr. C. Schäffer. 2. Auflage. Mit 82 Abbildungen. Geb. M. 3.—

Der kleine Geometer. Von G. C. und W. H. Young. Deutsch von S. und F. Bernstein. Mit 127 Abbildungen. Geb. M. 3.—

Mathematische Experimentiermappe für den geometrischen Anfangsunterricht. Von Prof. Dr. G. Noodt. 9 Tafeln mit vorgezeichneten Figuren mathematischer Modelle, Werkzeug und Material zur Herstellung sowie erläuternder Leitfaden. Als Muster wird jeder Mappe ein fertiges Modell beigelegt. Preis in geschmackvollem Karton M. 4.—

Das Feuerzeug. Von Ch. M. Tidg. Nach dem englischen Original bearbeitet von P. Pfannenschmidt. Mit 40 Figuren. Geb. M. 2.—

Hinaus in die Ferne! Zwei Wanderfahrten deutscher Jungen erzählt von Dr. E. Neuendorff. In Leinwand geb. . M. 3.20

Naturgeschichtliche Volksmärchen. Von Prof. Dr. Oskar Dähnhardt. 2 Bände. 3. Auflage. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim. Geb. je M. 2.40

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Chemisches Experimentierbuch. Von Prof. Dr. Karl Scheid in Freiburg i. Br. 3., verbesserte Auflage. Mit 77 Abbildungen. 1912. M. 3.—. (Band II in Vorbereitung.)

In meisterhafter Weise leitet Dich der Verfasser zum Experimentieren mit „alltäglichen“ Dingen wie Soda, Kalk, Seife, Essig, Wasser, Kohlensäure, Sand usw. an und bietet Dir damit eine Menge chemischer Tatsachen u. Naturgesetze, aber auch einen Einblick in die Quellen des Volkswohlstandes und in das Sein und Werden der Naturkörper. Nicht Salonzaubertumst, sondern ernste Wissenschaft in heiterem Gewande.

An der Werkbank. Anleitung zur Handfertigkeit mit besonderer Berücksichtigung der Herstellung physikalischer Apparate. Von Professor Emanuel Gehelein in Mannheim. Mit 120 Figuren u. 44 Tafeln. 1912. M. 4.—

Das Buch will allen, die Lust für praktische Betätigung haben, mit Rat zur Seite stehen, ihnen helfen, über die hauptsächlichsten technischen Schwierigkeiten hinwegzukommen und ihnen Anregungen über die anzufertigenden Apparate geben. Es enthält die Kapitel: Werkstatt, Werkzeug, Material, Beschaffung und Bearbeitung des Materials und sodann eine Anleitung zum Herstellen einer größeren Anzahl physikalischer Apparate.

Unsere Frühlingspflanzen. Von Professor Dr. F. Hüb in Perleberg. Mit 76 Abbildungen. 1912. M. 3.—

Wenn die jungen Botaniker unter Euch nach langer Wintersrast wieder hinausgehen und das Grünen und Blühen der Frühlingspracht beobachten und studieren, dann will ihnen dieses Buch ein guter Kamerad sein und sie einführen in das Studium der Frühlingspflanzen und vertraut machen mit ihren Lebenserscheinungen.

Biologisches Experimentierbuch. Von Prof. Dr. E. Schäffer, Oberlehrer a. d. Oberrealschule auf der Uhlenhorst in Hamburg. Für mittlere und reife Schüler. Mit 100 Abbild. 1913. M. 4.—

Ein ganz neues, eigenartiges Experimentierbuch, wie Du es gewiß noch nicht kennst, liegt hier vor Dir. Nicht tote Gegenstände, sondern lebende Tiere und Pflanzen sollen Dir hier die Lehre vom Leben verständlich machen. Aus dem Gesamtbetriebe der Biologie (Botanik, Zoologie und menschliche Physiologie) sind eine große Zahl von lehrreichen Experimenten für den unmittelbaren Gebrauch zusammengestellt. Von den Erscheinungen der Keimwelt an werden alle wesentlichen Lebenserscheinungen der Pflanzen behandelt. An die Pflanzen schließt sich in aufsteigender Anordnung das Tierreich und zum Schluß der Mensch.

Physikalische Plaudereien für die Jugend. Von Oberlehrer E. Wunder in Sendelbach. Für 10 bis 14 jährige Schüler aller Schulgattungen. Mit 15 Abb. 1913. M. 1.—

Wenn ich Dir ein Buch in die Hand gebe, so soll es nur ein solches sein, welches Dich neugierig macht, daß Du selbst Versuche anstellen möchtest. Du mußt jeden Versuch selbst anstellen, wenn Du ihn wirklich verstehen willst; er wird Dir ein ganz anderes Licht über die Sache aufstellen, als wenn Du bloß seine Beschreibung lesen würdest. Und dann bilde Dir nicht ein, über „Spielereien“ erhaben zu sein. Die Spielereien sind oft die allerlehrreichsten Versuche.

Hervorragende Leistungen der Technik. Von Professor Dr. K. Scharber in Dresden. 2 Teile. 1 Teil. Für mittlere und reife Schüler. Mit Abbildungen. 1913. M. 3.— II. Teil. [In Vorbereitung.]

In diesem Buch findest Du aus den Arbeitsgebieten des Ingenieurs, welche dem üblichen Lehrgang der Physik angeordnet sind, jeweils das hervorragendste Werk herausgegriffen und beschrieben. Die wissenschaftlichen Grundlagen, die der Ingenieur zur Herstellung seiner Werke benutzt hat, sind Dir in möglichst leicht verständlicher Form dargestellt.

Chemische Plaudereien für die Jugend. Von Oberlehrer E. Wunder in Sendelbach. Für 10 bis 14 jährige Schüler aller Schulgattungen. Mit 15 Abb. 1913. M. 1.—

Wie die physikalischen, so wollen die „chemischen Plaudereien“, wenn Du auch noch keinen Chemieunterricht gehabt hast, Dir zum Verständnis wichtiger chemischer Vorgänge helfen: nämlich der Oxidation und Reduktion, der Atmung und Ernährung von Pflanze und Tier, der Säure-, Laugen- und Salzbildung.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Karl Kraepelins Naturstudien. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim.

Im Hause (4. Auflage. Geb. M. 3.20); **im Garten** (3. Auflage. Geb. M. 3.60); **in Wald und Feld** (3. Auflage. Geb. M. 3.60); **in der Sommerfrische** (Reiseplaudereien. 2. Auflage. Geb. M. 3.60); **in fernen Zonen** (Plaudereien in der Dämmerstunde. Geb. M. 3.60); **Volksausgabe** (Vom Hamburger Jugendschriften-Ausschuß ausgewählt. 2. Auflage. Geb. M. 1.—).

Streifzüge durch Wald und Flur. Eine Anleitung zur Beobachtung der heimischen Natur in Monatsbildern. Von Prof. Bernh. Landsberg. 4. Auflage. Mit 83 Abbildungen. Geb. M. 5.—

Naturgeschichte für die Großstadt. Tiere und Pflanzen der Straßen, Plätze, Anlagen, Gärten und Wohnungen. Für Lehrer und Naturfreunde dargestellt von Lehrer Walter Pfalz. In 2 Teilen. Geb. je M. 3.—

Natur-Paradise. Von Dr. C. Schäffer. 2. Auflage. Mit 82 Abbildungen. Geb. M. 3.—

Der kleine Geometer. Von G. C. und W. H. Young. Deutsch von S. und F. Bernstein. Mit 127 Abbildungen. Geb. M. 3.—

Mathematische Experimentiermappe für den geometrischen Anfangsunterricht. Von Prof. Dr. G. Noodt. 9 Tafeln mit vorgezeichneten Figuren mathematischer Modelle, Werkzeug und Material zur Herstellung sowie erläuternder Leitsfaden. Als Muster wird jeder Mappe ein fertiges Modell beigelegt. Preis in geschmackvollem Karton M. 4.—

Das Feuerzeug. Von Ch. M. Tidy. Nach dem englischen Original bearbeitet von P. Pfannenschmidt. Mit 40 Figuren. Geb. M. 2.—

Hinaus in die Ferne! Zwei Wanderfahrten deutscher Jungen erzählt von Dr. E. Neuendorff. In Leinwand geb. . M. 3.20

Naturgeschichtliche Volksmärchen. Von Prof. Dr. Oskar Dähnhardt. 2 Bände. 3. Auflage. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim. Geb. je M. 2.40

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Naturwissenschaftliche Jugendschriften

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Auf dem Gebiete der Naturwissenschaft
erschieden u. a.:

Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben: Prof. Dr. Ad. Marcuse. (Bd. 378.)

Der Bau des Weltalls: Prof. Dr. J. Scheiner. (Bd. 24.)

Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit:
Prof. Dr. S. Oppenheim. (Bd. 110.)

Die Sonne: Dr. A. Krause. Mit zahlr. Abb. (Bd. 357.)

Der Mond: Prof. Dr. J. Franz. 2. Aufl. (Bd. 90.)

Die Planeten: Prof. Dr. E. Peter. (Bd. 240.)

Wind und Wetter: Prof. Dr. L. Weber. (Bd. 55.)

Gut und schlecht Wetter: Dr. R. Hennig. (Bd. 349.)

Der Kalender: Prof. Dr. W. S. Wislicenus. (Bd. 69.)

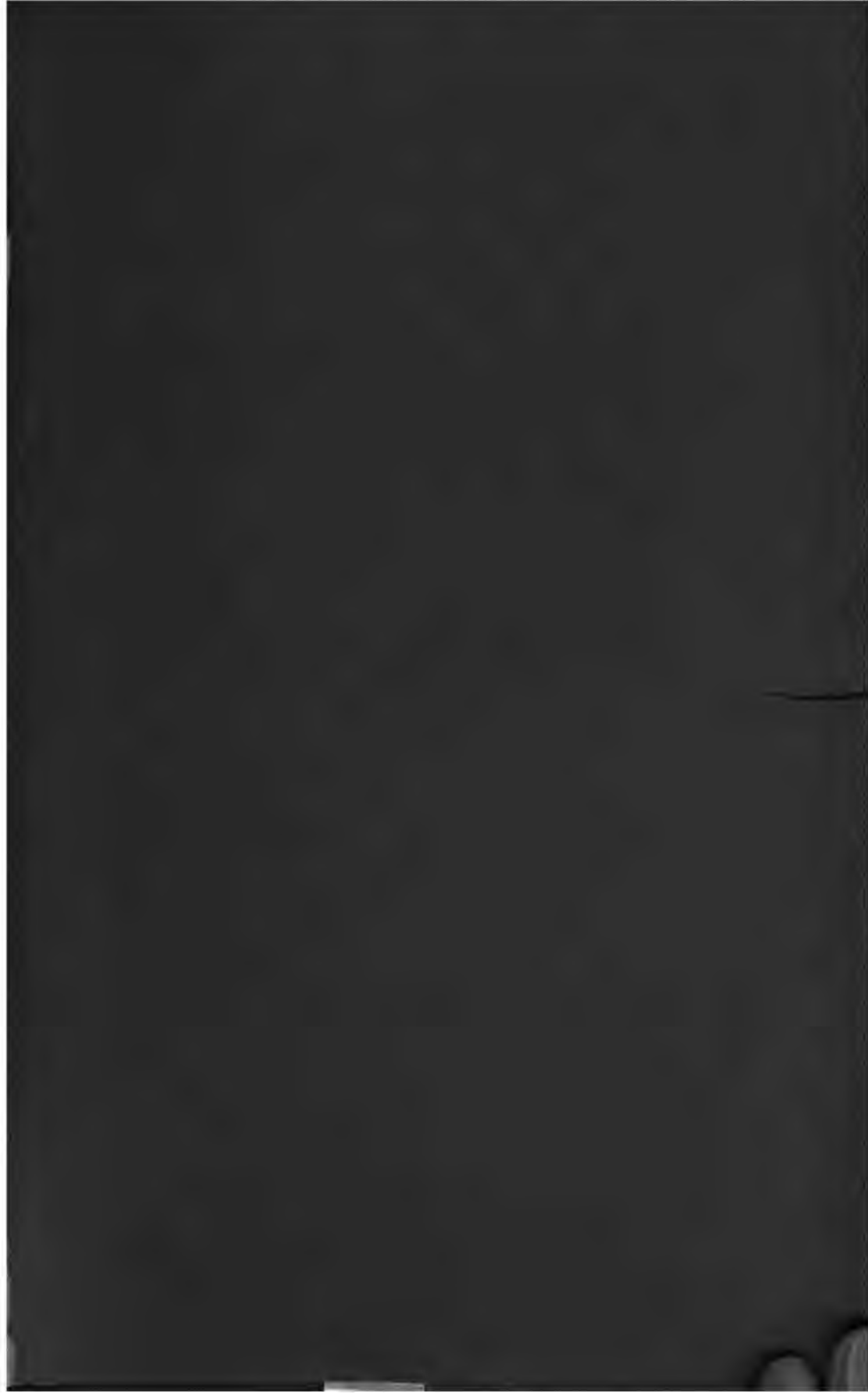
Aus der Vorzeit der Erde: Prof. Dr. Fr. Frech. In 6 Bdn.
2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 207—211, 61.)

Bd. I. Vulkane einst und jetzt. Bd. II. Gebirgsbau und Erdbeben.
Bd. III. Die Arbeit des fließenden Wassers. Eine Einleitung in
die physikalische Geologie. Bd. IV. Die Arbeit des Ozeans und die
chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Bd. V. Steintöpfe,
Wästen und Klima der Vorzeit. Bd. VI. Gletscher und Eiszeit.

Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre: Prof.
Dr. F. Auerbach. 3. Aufl. Mit 79 Fig. (Bd. 40.)

Die Lehre von der Energie: Dr. A. Stein. Mit 13 Fig.
(Bd. 257.)

Moleküle — Atome — Weltäther: Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl.
Mit 27 Fig. (Bd. 58.)





289288

QB61
H6

Hofler

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

